

091375

ISSN 0388-9653

PSR NASA

気象衛星センター技術報告

1998.12.10
1/11

第36号

平成10年

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER
TECHNICAL NOTE

No.36

1998

気象衛星センター

平成10年12月

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER

235, Nakakiyoto 3 Chome, Kiyose-shi

Tokyo 204-0012 JAPAN

DECEMBER 1998

気 象 衛 星 セ ン タ ー 技 術 報 告

気象衛星センター技術報告は、気象衛星システム及び気象衛星データの利用技術の開発、促進を目的とし、原則として年2回発行する。投稿資格は原則として気象衛星センター職員、その他の気象庁職員及びその共同執筆者が有する。

内容は気象衛星関連の技術開発・調査研究の成果、解説、総合報告、調査研究・開発等の経過報告及び計画等で、論文、報告文、その他（速報、討論等）の形式とする。

原稿は投稿規程と原稿執筆要領に従って作成するものとする。原稿の採用決定は、気象庁内外の専門家の閲読に基づき、気象衛星センター技術報告編集委員会が行う。

投 稿 規 定

1. 投稿者は原則として気象庁職員およびその共同執筆者とする。
2. 投稿者は別に定める“気象衛星センター技術報告原稿執筆要領”に従って原稿を作成し、事務局に提出するものとする。
3. 投稿者は責任校正を行うものとする。その際、内容、体裁を変更することはできない。
4. 投稿者は別に定める別刷の部数以上に必要な場合には、事務局に相談する。
5. 原稿は原則として他の刊行物に未発表なものとする。
6. 原稿の掲載の可否や方法は編集委員会が決定する。編集委員会または編集委員会が指定したレフリーは投稿者に原稿の訂正、削除、加筆を求めることがある。
7. 原稿受領の日付は編集委員会が原稿を受けた日とし、原稿受理の日付は編集委員会が原稿の掲載を認めた日とする。

本誌に掲載された論文等の著作権は気象衛星センターに帰属する。本誌に掲載された論文等を複製、転載、翻訳、その他に利用する場合は気象衛星センターの許諾を得なければならない。ただし、引用の場合は出所を明示すれば気象衛星センターの許諾は必要としない。

編集主管 赤木 成道

編集委員

システム管理課	斎藤 隆弘	施設管理課	鈴木 孝雄
	長谷川洋平	伝送第一課	内田 重雄
データ処理課	平野 貴嗣	伝送第二課	浅野 聡
解析課	三河 哲也	気象衛星通信所	佐藤 孝
	山口 俊一	気象衛星運用準備室	西條 善信
管制課	菅井 雅章	編集担当	前橋紀恵子

Study on Over-sampling for Imager

Seiichiro Kigawa*

Pamela C. Sullivan**

Abstract

This report describes the potential improvement of the effective ground resolution of MTSAT (Multi-functional Transport Satellite) Imager.

The IFOV (Instantaneous Field of View) of MTSAT Imager is 4 km for infrared and 1 km visible. A combination of some images acquired by the MTSAT Imager could generate 2 km-latticed infrared images. Furthermore, it is possible to generate an effective 2 km IFOV image by the enhancement of the 2 km-latticed image using Digital Signal Processing. This report also mentions the on-orbit demonstration of this concept.

1. Introduction

The purpose of this study is to demonstrate the effect of 2 km infrared imagery from on-orbit spacecraft. And the study is made on the premise that the existing instrument and ground system should be put to use to minimize the cost and risk of improvement. The design modification of the MTSAT Imager and ground image processing system for this study is not required.

This report describes the MTSAT spacecraft and Imager design, a method of image combination, a technique of image enhancement, and an approach to on-orbit demonstration.

2. MTSAT and Imager

The MTSAT spacecraft configuration, shown in Figure 1, is a three-axis, body-stabilized design capable of continuously pointing the optical line of sight of the Imager to the earth. The use of a single-wing solar array configuration allows the passive north-facing radiation cooling of the Imager. A solar sail and trim tab provide the fine balance control of the solar radiation pressure.

The Imager consists of Sensor Module, Power Supply Module, and Electronics Module. The Sensor Module contains the telescope, scan assembly, detector, thermal louver, and passive radiant cooler. Figure 2 shows a schematic appearance of the Sensor Module.

*Meteorological Satellite Center

**NASA/Goddard Space Flight Center

(Received July 3; Revised September 4, 1998)

The Imager contains a servo-driven, two-axis gimbaled scan mirror. The position and size of a scan area are controlled by command from the ground system, and so the Imager is capable of various image sizes. The scan start position of a scan area is specified by 8 micro-radians (0.28 km) in the north/south direction and 16 micro-

radians (0.57 km) the east/west.

Ground sampling distance, shown in Figure 3, is 112 micro-radians (4 km) in the north/south direction and 64 micro-radians (2.3 km) the east/west for infrared imagery.

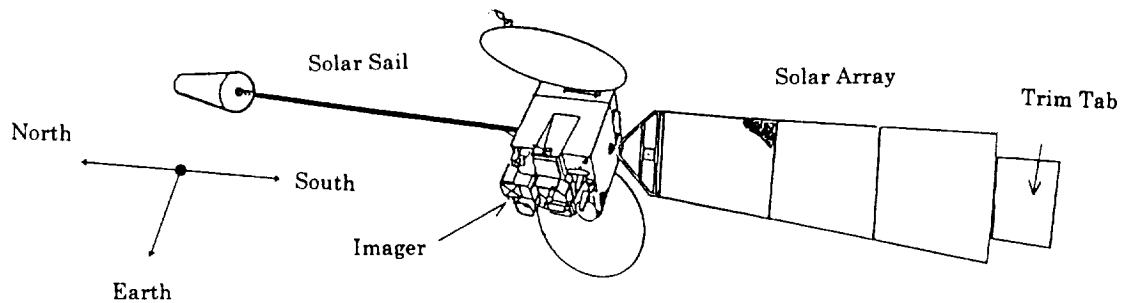


Figure 1 MTSAT On-orbit Configuration

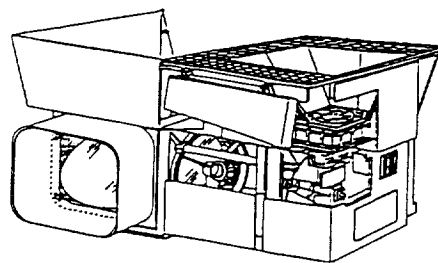


Figure 2 Imager Sensor Module

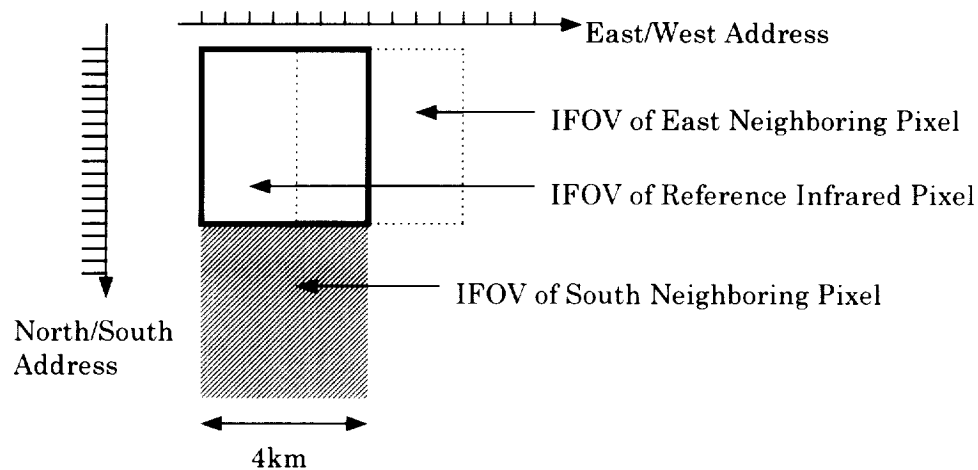


Figure 3 Infrared Pixel and Address

3. Over-sampling Imagery

A large overlap area between two neighboring pixels is generated in the east/west direction because the IFOV size of infrared channels is 4 km while the ground sampling distance is 2.3 km. This kind of imagery, which is sampled by a narrower distance than the IFOV size is called "over-sampling imagery" in this report. There is normally no over-sampling in the north/south direction for the MTSAT Imager because the IFOV size and the north-south step size are both 4 km.

Conceiving of the over-sampling imagery in the frequency domain helps to understand what it means. Figure 4 shows Modulation Transfer

Function (MTF) in the north/south and east/west. An east-west image signal is band-limited less than the Nyquist frequency because the signal is over-sampled. On the other hand, the absence of over-sampling in the north/south direction provides response in higher frequency than the Nyquist frequency. Thus, aliasing appears in a north/south image signal and it is not possible to reconstruct an original image signal.

Now if an image is over-sampled in the north/south direction, the Nyquist frequency of the north/south moves to higher frequency and the aliasing is solved. Thus, it is possible to convert the IFOV (i.e. Point Spread Function) using the Digital Signal Processing.

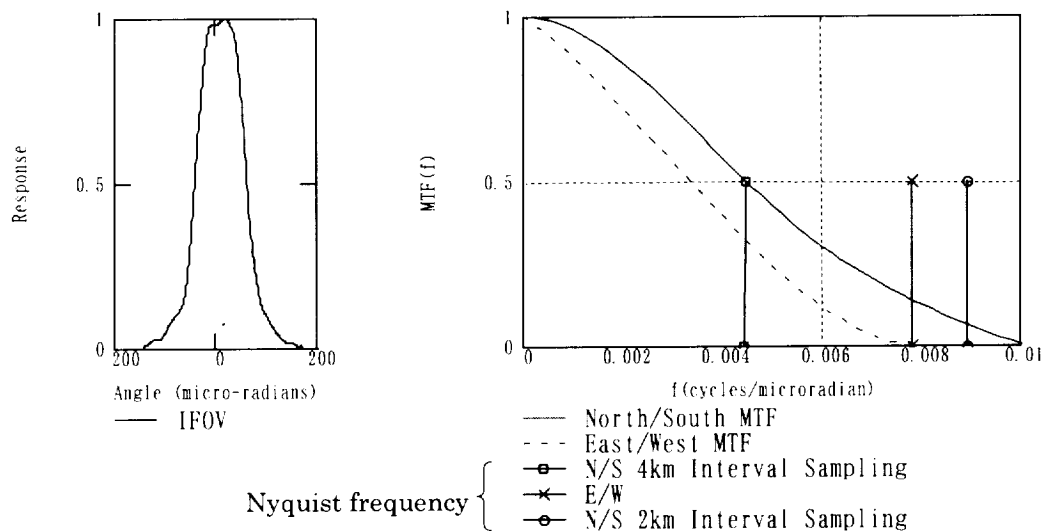


Figure 4 Imager MTF and PSF

The over-sampling image is generated by a combination of two images simply. As mentioned above, the scan start position of an image in the north/south direction is specified by 8 micro-radians. Here, it is proposed to acquire a series of two images; the position and size of the second image is the same as the first image except for a north/south scan start position

offset. The difference of the north/south scan start positions is a half infrared pixel (i.e. 56 micro-radians). Then incorporating the first image with the second alternately, shown in Figure 5, generates the over-sampling image.

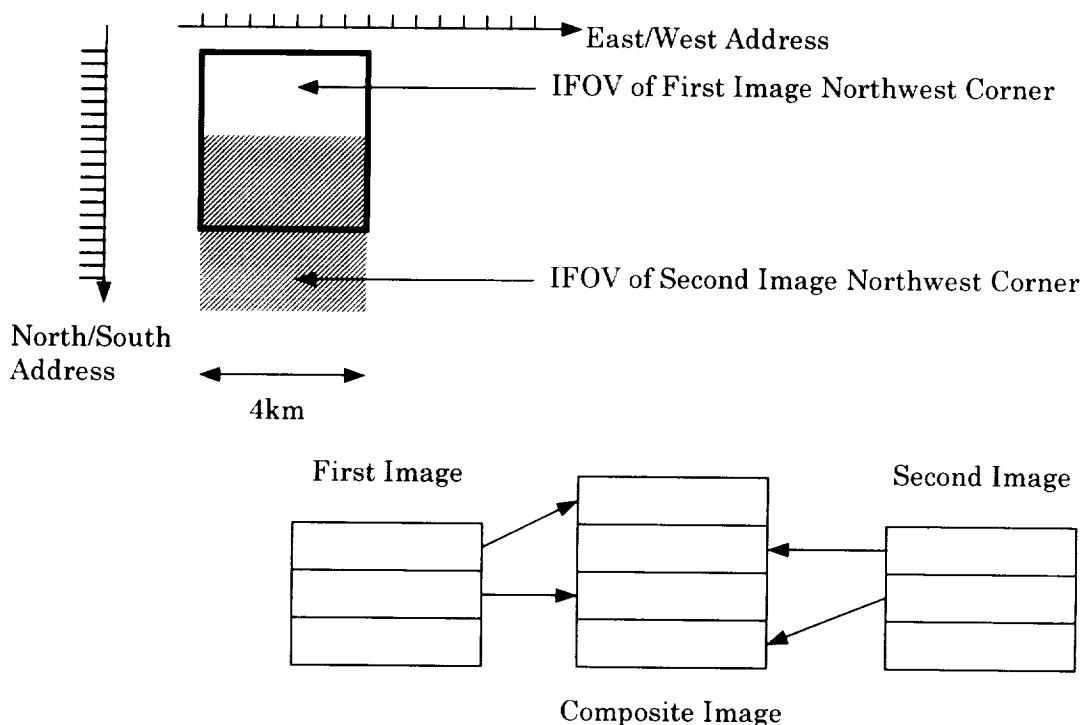


Figure 5 Generation of Over-sampling Imagery using MTSAT Imager

4. Filter for Enhancing

The digital filter that is used for enhancing the over-sampling image is generated by the ratio of a 2 km-IFOV MTF to a 4 km-IFOV MTF. Figure 6 shows the process of making the filter.

5. Verification by AVHRR Image

The filter for enhancing was verified using AVHRR images. A 2 km IFOV image and 4 km IFOV image are simulated by the AVHRR infrared image that has 1.1 km resolution at nadir for the verification of the effect of the enhancing filter.

Figure 7 shows the flow of the verification. Squares (□) in the figure show the size of IFOV, small dots (·) mean the sampling points of a 1 km image, and circles (●) the sampling

points of a 2 km image. The over-sampling image has 4 km IFOV and is enhanced by the 2 km to 4 km MTF ratio filter (Operator C shown in Figure 8) described above.

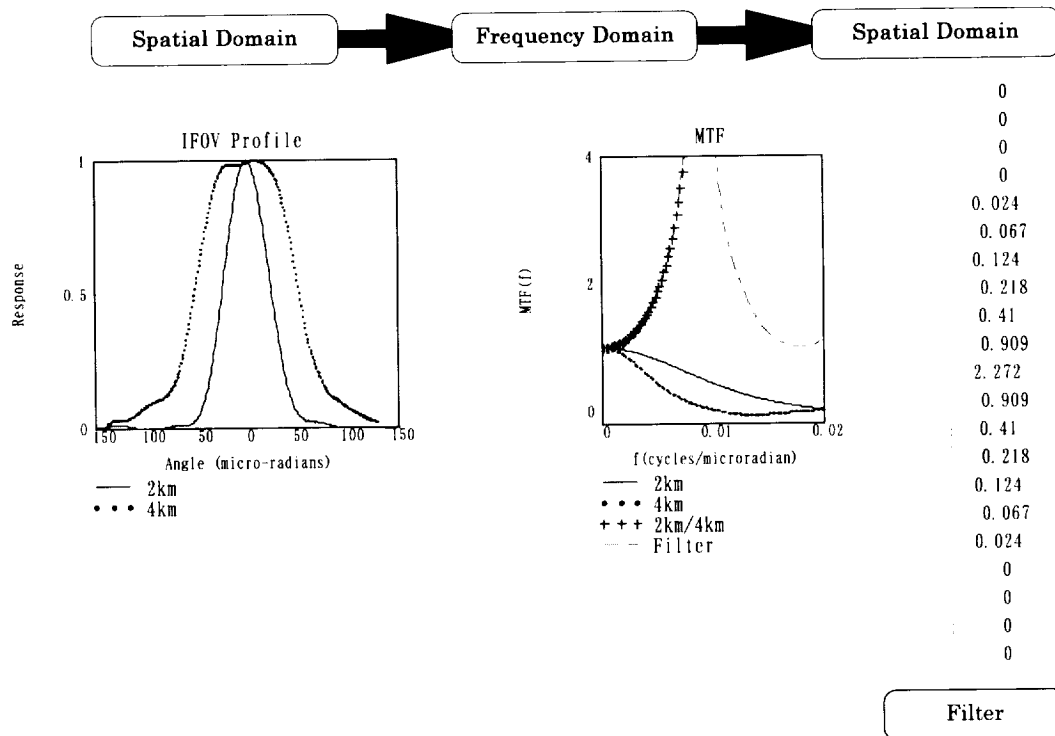


Figure 6 Process of Making Filter for Enhancing

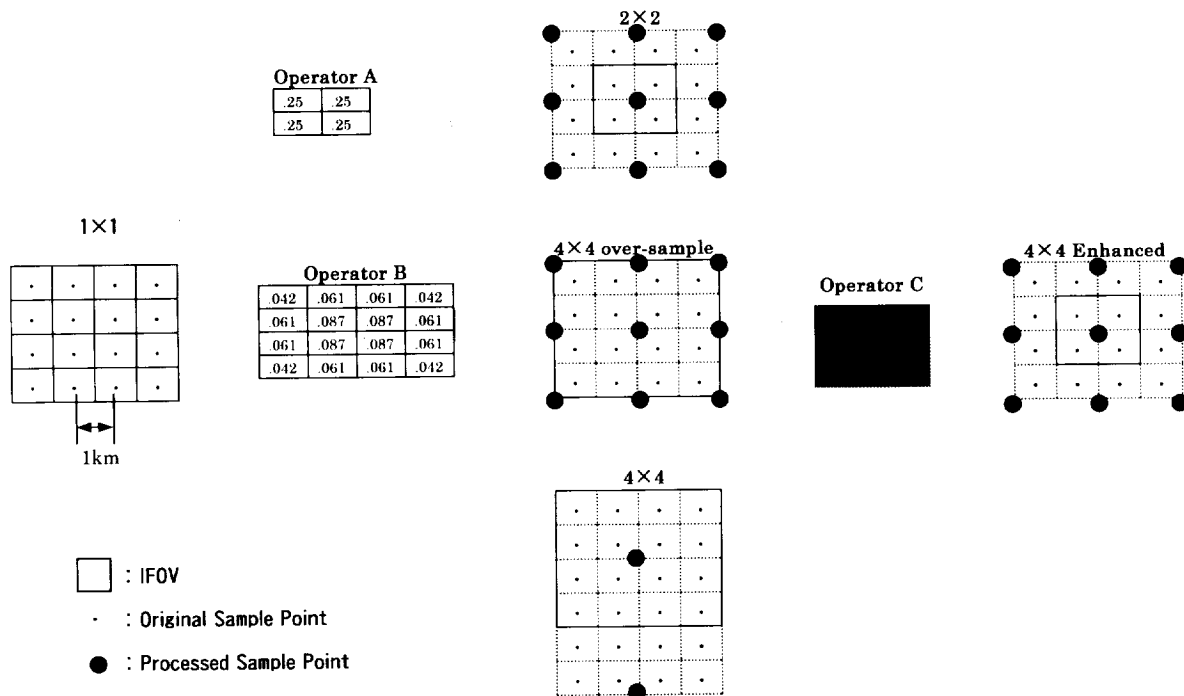


Figure 7 Verification Flow using AVHRR Image

Operator B ($1 \times 1 \Rightarrow 4 \times 4$)

0.042	0.061	0.061	0.042
0.061	0.087	0.087	0.061
0.061	0.087	0.087	0.061
0.042	0.061	0.061	0.042

Operator C ($4 \times 4 \Rightarrow 2 \times 2$)

0.004	-0.005	0.008	-0.012	0.020	-0.036	0.106	-0.036	0.020	-0.012	0.008	-0.005	0.004
-0.005	0.008	-0.012	0.018	-0.029	0.053	-0.155	0.053	-0.029	0.018	-0.012	0.008	-0.005
0.008	-0.012	0.018	-0.027	0.043	-0.078	0.229	-0.078	0.043	-0.027	0.018	-0.012	0.008
-0.012	0.018	-0.027	0.040	-0.065	0.119	-0.348	0.119	-0.065	0.040	-0.027	0.018	-0.012
0.020	-0.029	0.043	-0.065	0.104	-0.191	0.560	-0.191	0.104	-0.065	0.043	-0.029	0.020
-0.036	0.053	-0.078	0.119	-0.191	0.351	-1.028	0.351	-0.191	0.119	-0.078	0.053	-0.036
0.106	-0.155	0.229	-0.348	0.560	-1.028	3.007	-1.028	0.560	-0.348	0.229	-0.155	0.106
-0.036	0.053	-0.078	0.119	-0.191	0.351	-1.028	0.351	-0.191	0.119	-0.078	0.053	-0.036
0.020	-0.029	0.043	-0.065	0.104	-0.191	0.560	-0.191	0.104	-0.065	0.043	-0.029	0.020
-0.012	0.018	-0.027	0.040	-0.065	0.119	-0.348	0.119	-0.065	0.040	-0.027	0.018	-0.012
0.008	-0.012	0.018	-0.027	0.043	-0.078	0.229	-0.078	0.043	-0.027	0.018	-0.012	0.008
-0.005	0.008	-0.012	0.018	-0.029	0.053	-0.155	0.053	-0.029	0.018	-0.012	0.008	-0.005
0.004	-0.005	0.008	-0.012	0.020	-0.036	0.106	-0.036	0.020	-0.012	0.008	-0.005	0.004

Operator (Operator B * Operator C)

0.014	-0.023	-0.049	-0.049	-0.023	0.014
-0.023	0.039	0.083	0.083	0.039	-0.023
-0.049	0.083	0.176	0.176	0.083	-0.049
-0.049	0.083	0.176	0.176	0.083	-0.049
-0.023	0.039	0.083	0.083	0.039	-0.023
0.014	-0.023	-0.049	-0.049	-0.023	0.014

Operator A ($1 \times 1 \Rightarrow 2 \times 2$)

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0.25	0.25	0	0
0	0	0.25	0.25	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Figure 8 Filter for Enhancing (Operator C)

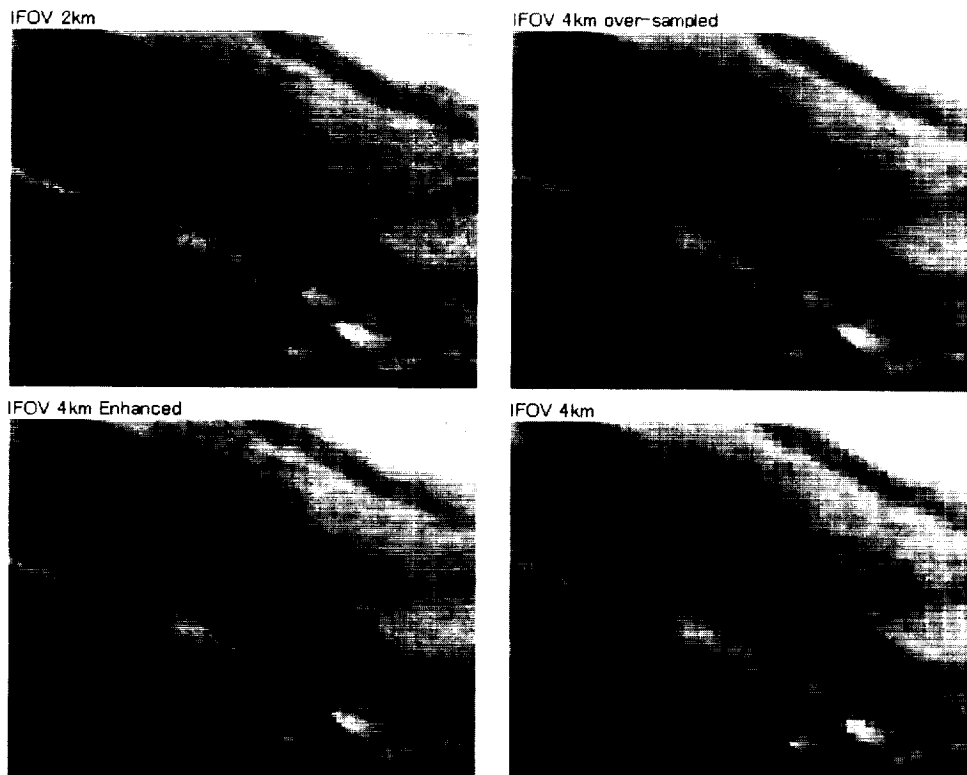


Figure 9 Simulation Results using AVHRR Image

Figure 9 shows simulation results as images. The over-sampling image shows the details of the clouds better than the original image due to the over-sampling image has having four times as many pixels as the original. Brightness level on the enhanced image is like that on the 2 km IFOV image, verifying that the enhancing filter has been generated successfully.

6. Cloud Motion Impact

Two or more images produce the over-sampling image. It is unavoidable to have a time lag of scanning between these source images, and the time lag has an impact on the over-sampled, composite image. The cloud motion caused by the time lag should be considered in the process. Now the cloud motion is considered using one-dimensional discussion.

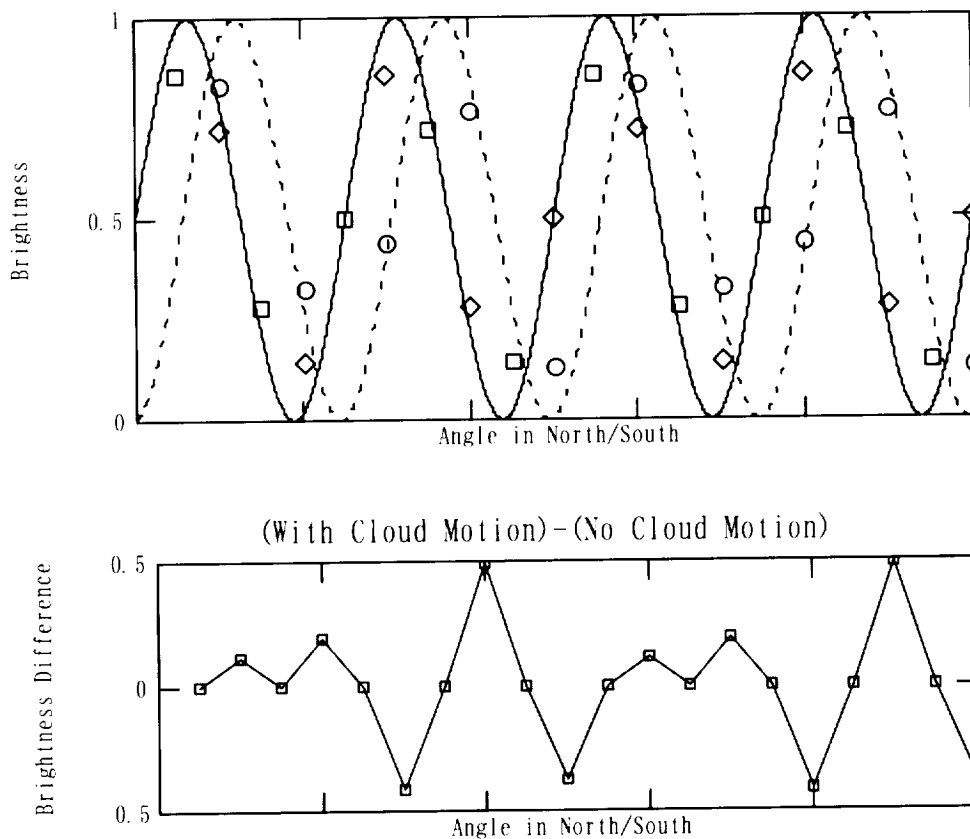


Figure 10 Example of Error due to Cloud Motion

Figure 10 shows the north/south brightness level of the over-sampling image that is generated by two source images. The source images are observed by a rectangular IFOV. On the upper graph, a solid line shows input (i.e. cloud pattern) for the first image, and a dotted line for the second. Squares (□) mean the

brightness of the first image, circles (○) the second image. If there should be no change of the cloud pattern between these images, the second image appears with diamonds (◇). On the lower graph, the difference of the brightness between the over-sampling image with a change of the cloud pattern (i.e. cloud motion) and that

without the cloud motion is shown. This shows that an error from the Nyquist frequency through $1/2$ Nyquist frequency is generated on the over-sampling image if the cloud motion appears. The error is enhanced by the enhancing filter, and causes a marked stripe in the north/south direction. Thus, a low-pass filter is required to eliminate the stripe generated by the cloud motion.

7. On-orbit Demonstration

MTSAT will be launched in geostationary orbit around August 1999. On-orbit testing for the Imager is scheduled from September through November 1999. During the testing, the over-sampling image will be acquired for the verification of image navigation accuracy. A few hundreds of the over-sampling images have the size of 1000 km east/west and 500 km north/south will be available for the navigation verification and an assessment of the cloud motion wind.

8. GOES-10 On-orbit Demonstration

A preliminary demonstration of the over-sampling imagery collection concept was conducted using the GOES-10 Imager during the spacecraft post-launch test period in October 1997. The GOES-10 Imager provides a valid proof-of-concept because its IFOV and scan system design is identical to that of the MTSAT Imager.

The GOES-10 test produced imagery oversampled in the east-west direction by the nominal 2.3 km sampling interval to 4 km IFOV ratio. Over-sampling in the north-south direction was accomplished by collecting a series of three

images that together produce a composite image with 2 km north-south sampling. The first image was a 1000 km (east-west) by 250 km (north-south) image. The second was a 1000 km by 500 km image offset from the first image by 2 km (one-half pixel) in the north-south direction. The last image was a 1000 km by 250 km frame with its north-south start address equal to the stop address of the first frame.

Together the first and third images produce a 1000 km by 500 km image that is offset from the second image by a half pixel. By collecting two 1000 km by 250 km images (instead of a 1000 km by 500 km frame), the effect of cloud motion is minimized because less time has elapsed between the collection of the first image and the top half of the second image and also between the bottom half of the second image and the third.

This image sequence was repeated at three different geographical locations in order to provide a variety of image content. The GOES-10 data was used to develop and demonstrate the image analysis techniques presented here.

The details of GOES-10 on-orbit testing are described in Appendix A.

9. Conclusion

The essence of this study is the use of an existing imaging system to demonstrate the effect of 2 km infrared images. The study has established a method of making the enhancing filter, a technique of making the over-sampling image, a procedure of image acquisition, and so on. Testing environment such as image processing software will be prepared for the on-orbit demonstration after this.

オーバサンプリング画像の調査

このレポートでは、運輸多目的衛星イメージャの水平分解能を向上させる可能性を調査した結果を解説している。

運輸多目的衛星に搭載されるイメージャの水平分解能は、赤外チャンネルが4 km、可視チャンネルが1 kmである。このイメージャによって取得される複数の画像を合成することにより、画素の間隔を赤外チャンネルで2 kmにすることが可能である。さらに、デジタル画像処理を用いて、合成した画像を強調することにより、水平分解能が2 kmの赤外チャンネルに近い画像を得ることができる。このレポートでは、軌道上での実証試験についても解説する。

Appendix A GOES-10 On-orbit Demonstration

1. Purpose of This Document

This document describes the details of GOES-10 on-orbit testing for over-sampling concept.

2. Test Sequence

Table A-1 shows the sequence of the over-sampling testing using GOES-10 Imager.

The testing was performed with IMC (Image Motion Compensation) off because IMC generates a compensation signal to produce an image with fixed earth projection.

The MMC (Mirror Motion Compensation) that compensates for the effects on the rigid body portion of the Imager and Sounder scan mirror motions was on.

The Sounder was idle and without sounding.

Table A-1 GOES-10 Over-sampling Test Sequence

Configure for test

- IMC off
- MMC on
- Sounder idle

Execute test frames

- Sequence A:
 - #1 1000km East/West x 250km North/South frame
 - #2 1000km East/West x 500km North/South frame
 - => start address offset 56 micro-radians to north of #1
 - #3 1000km East/West x 250km North/South frame
 - => start address equal to North/South

stop address of #1

- #4 same as #1
- #5 same as #2
- #6 same as #3
- Sequence B: change geographic location and repeat from #1 through #6
- Sequence C: change geographic location and repeat from #1 through #6

Table A-2 Location and Time of Test Frames

Sequence A : Florida

10/28/97 18:41:41-18:44:10UTC

Sequence B : Baja California

10/28/97 18:47:41-18:50:12UTC

Sequence C : San Francisco Bay

10/28/97 18:53:41-18:56:16UTC

The test included three imaging sequences acquired at different geographical locations in order to provide a variety of image content. The geographical location and imaging time of the each sequence are shown in Table A-2.

At each geographical location, a series of three images was repeated with the result that each imaging sequence had 6 images.

Regarding the series of three images, the first image was a 1000 km (east-west) by 250 km (north-south) image. The second was a 1000 km by 500 km image offset from the first image by 2 km (one-half pixel) in the north-south direction. The last image was a 1000 km by 250 km frame with its north-south start address equal to the stop address of the first frame.

Figure A-1 shows a snap shot of Sequence A; Florida.

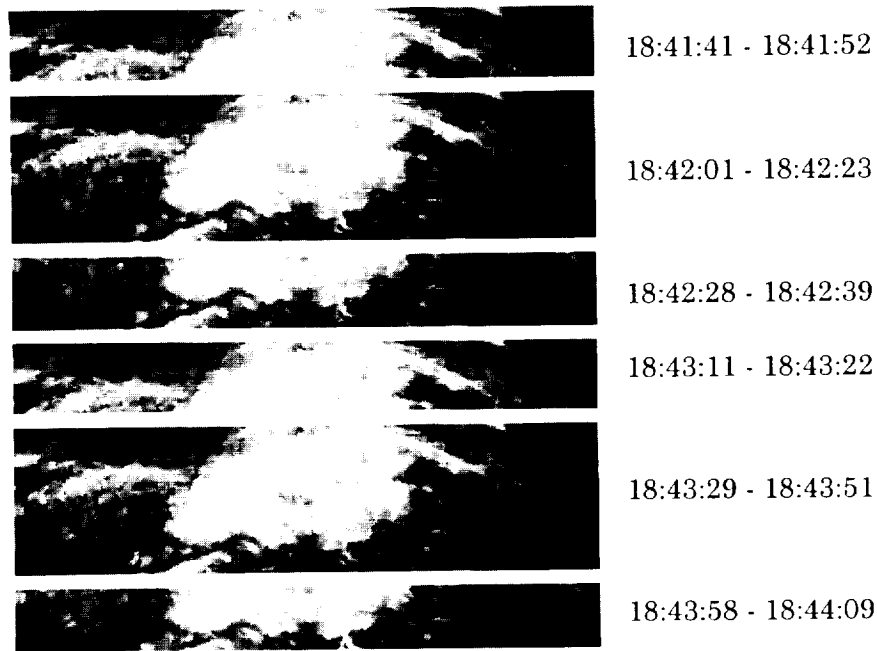


Figure A-1 Snap Shot of Sequence A

3. Image Processing

The first step of image processing using GOES-10 Imager data is to merge the three images together. Together the first and third images produce a 1000 km by 500 km image that is offset from the second image by a half infrared pixel.

The third step is the enhancement of the merged image that has a 2.3 km (east-west) by 2 km (north-south) lattice. The enhancement is processed using spatial domain digital filters that are generated by MTF ratio. Table A-3 shows the digital filters for GOES-10 image enhancement.

The second step is to remove image stripes in channel 4 (10.7 micro-meter) and 5 (12 micro-meter). The stripes are caused by differences in the outputs of the two detectors¹.

A striping index with counts is measured, then the de-striping of the merged images is performed by adjusting image counts using the measured striping index. Figure A-2 shows the effect of the de-striping in the merged image.



Figure A-2 De-striping

Channel 2 (3.8-4.0 micro-meter)		Channel 4 (10.2-11.2 micro-meter)		Channel 5 (11.5-12.5 micro-meter)	
West	North	West	North	West	North
-0.002	-	-	-	-	-
0.003	-	-	-	-	-
0.003	-	-	-	-	-
-0.027	-	-	-	-	-
0.090	-	-0.001	-	-	-
-0.189	-	0.005	0.047	0.019	0.019
0.442	0.045	-0.016	-0.066	-0.026	-0.027
-0.660	-0.106	0.021	0.217	0.045	0.041
0.924	0.225	0.123	-0.285	-0.074	-0.102
-1.219	-0.582	-0.664	-0.398	-0.207	-0.182
2.301	1.836	1.987	1.971	1.704	1.594
-1.086	-0.582	-0.464	-0.398	-0.413	-0.261
0.639	0.225	-0.063	-0.285	-0.369	-0.215
-0.400	-0.106	0.101	0.217	0.344	0.147
0.243	0.045	-0.038	-0.066	-0.077	-0.047
-0.106	-	0.010	0.047	0.055	0.033
0.060	-	-0.002	-	-	-
-0.019	-	-	-	-	-
0.005	-	-	-	-	-
0.001	-	-	-	-	-
-0.002	-	-	-	-	-
East	South	East	South	East	South

Table A-3 Digital Enhancement Filters for GOES-10 Imager

The final step is to remove the high spatial frequency caused by cloud motion in images.

The following low-pass filter is used for the images to be enhanced in the north-south direction. An examination into the low-pass filter is described later.

0.001
-0.003
0.007
-0.011
0.010
0.003
-0.035
0.083
-0.136
0.178
0.807
0.178
-0.136
0.083
-0.035
0.003
0.010
-0.011
0.007
-0.003
0.001

Table A-4 Low Pass Filter

4. Photos

The processed images of the GOES-10 over-sampling testing are shown from Figure A-3

through A-8. Each figure includes three images; the processed image latticed with 2.3 km in the east-west by 2 km in the north-south (top), the current GOES image latticed with 2.3 km east-west by 4 km north-south (middle), and the simulated MTSAT HiRID (High Resolution Imager Data, i.e. processed data for users) latticed with 4.6 km east-west by 4 km north-south.

There are two missing lines in the original image of GOES-10, and so an unusual image pattern is shown in the middle of the image to be enhanced.

Figure A-6 through A-8 show a difference in brightness temperature between Channel 4 and 5, whose white areas indicate that the temperature difference (Channel 4 - 5) is high. Note that the calibration coefficients don't have operational accuracy, so that a quantitative analysis is limited.

5. Image Analysis

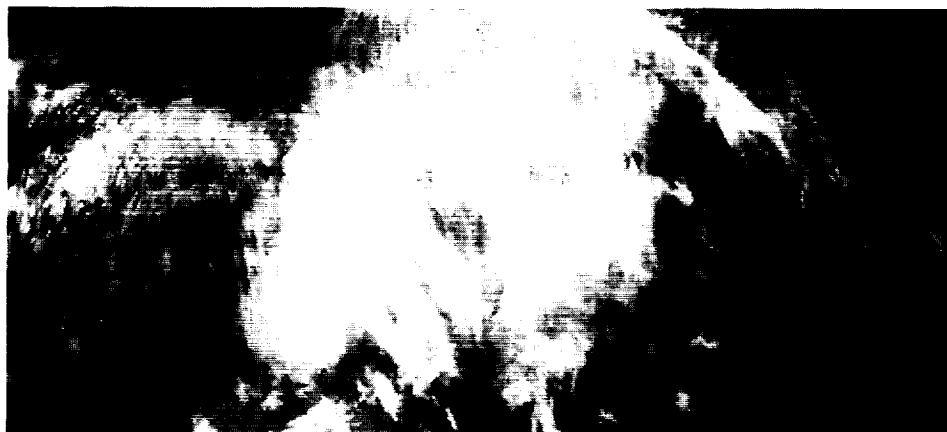
Figure A-9 through A-11 show the maximum and minimum temperatures in the processed versus current GOES images on 8 pixels (east-west) by 10 pixels (north-south) in the enhancing image, i.e., approximately 20 km square. Circular marks (maximum temperature) appear over a diagonal line of the figures, and triangular marks (minimum temperature) under the line. This means that the temperature range of the processed image is expanded as compared with the current GOES image. In general, it is supposed that a higher spatial resolution image provides more chances to observe the high emissivity part of cirrostratus, that is the minimum temperature

appears lower, and more chances to reduce the cloud contamination of clear sky radiance in IFOV, so that the maximum temperature appears higher. Figure A-9 through A-11 indicate no inconsistency of the above supposition. It is noticeable that the minimum temperature difference of the processed image shown in Figure A-9.b, A-10.b, and A-11.b appears closer to 0 K. This gives a proof that the higher emissivity part is observed in the processed image.

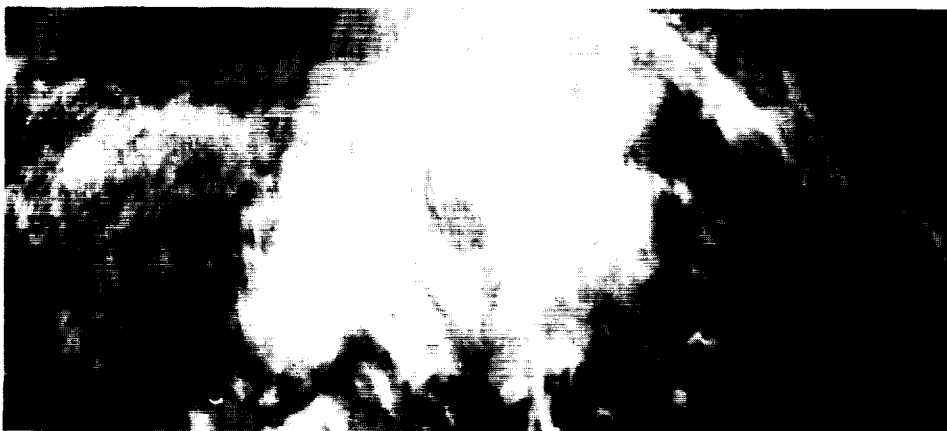
Table A-5 shows low-pass filters to reduce the high spatial frequency in the image caused by the cloud motion. Figure A-12 shows the frequency response of the low-pass filters shown in Table A-5. For the purpose of comparing the effect of the low-pass filters, a difference of the maximum and minimum temperatures between the enhancing and current GOES images shown in Figure A-9 is calculated by each low-pass filter. The average of the difference is shown in Figure A-13.

Table A-6 shows the standard deviation of the clear sky area ranging approximately 20 km square on channel 4. The ratio of the processed to current GOES images is about 3:1. It is presumed that image noise is enhanced by the enhancing digital filters, so that the high standard deviation of the processed image is observed. To verify this presumption, the image noise generated by Gaussian and $1/f$ noise² was simulated, and enhanced. The simulated noise increased twofold or threefold by the enhancing filters. Thus, it is possible to explain that the standard deviation shown in Table A-6 indicates the enhancement of the image noise.

Processed



Current GOES



MTSAT HiRID

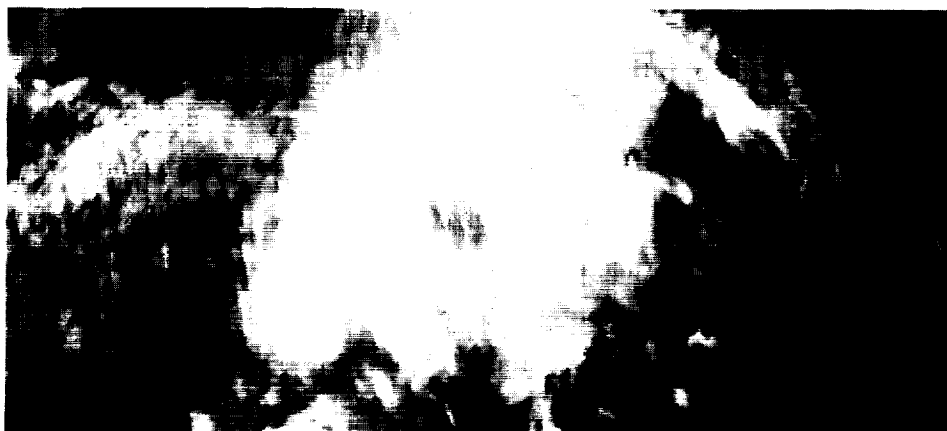
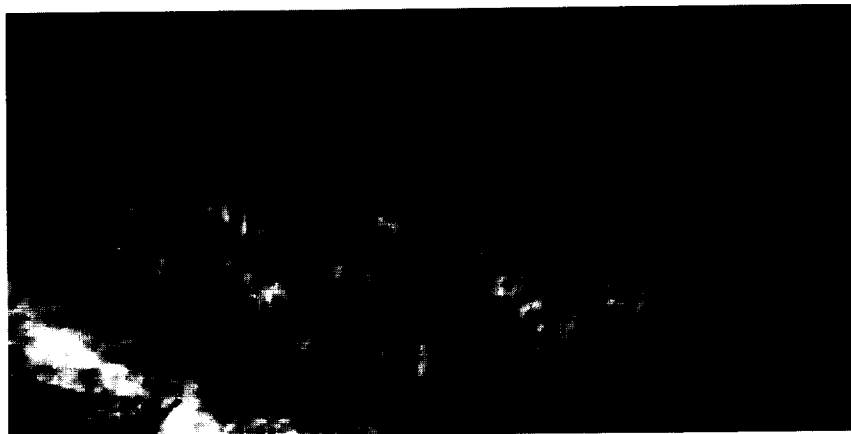


Figure A-3 GOES-10 Over-sampling Testing
Florida Channel 4
10/28/97 18:41-18:44 UTC
NASA, NOAA, S.Kigawa(JMA)

Processed



Current GOES



MTSAT HiRID



Figure A-4 GOES-10 Over-sampling Testing
Baja California Channel 4
10/28/97 18:47-18:50 UTC
NASA, NOAA, S.Kigawa(JMA)

Processed



Current GOES



MTSAT HiRID

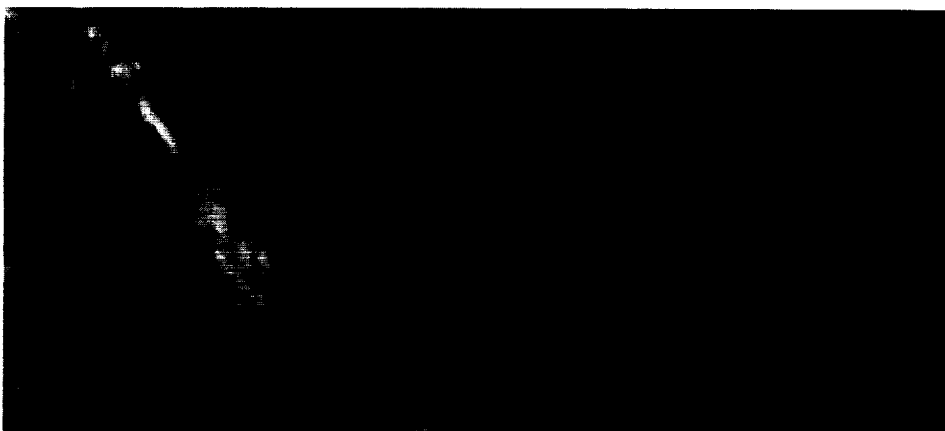
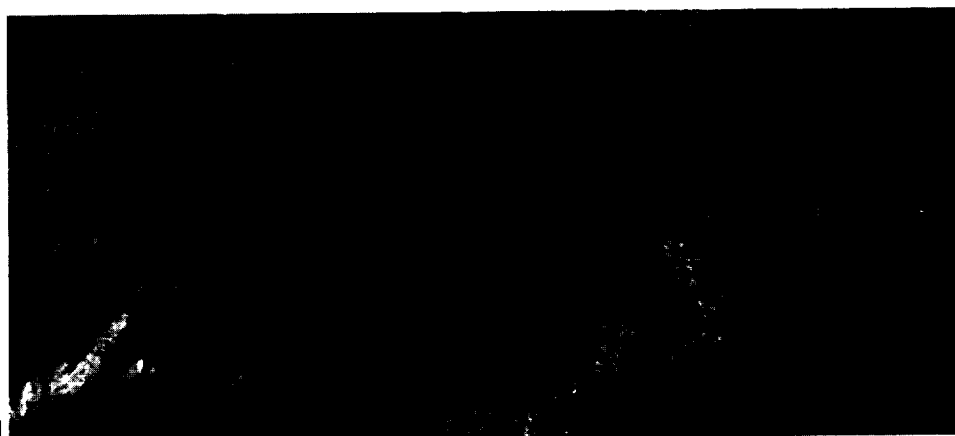
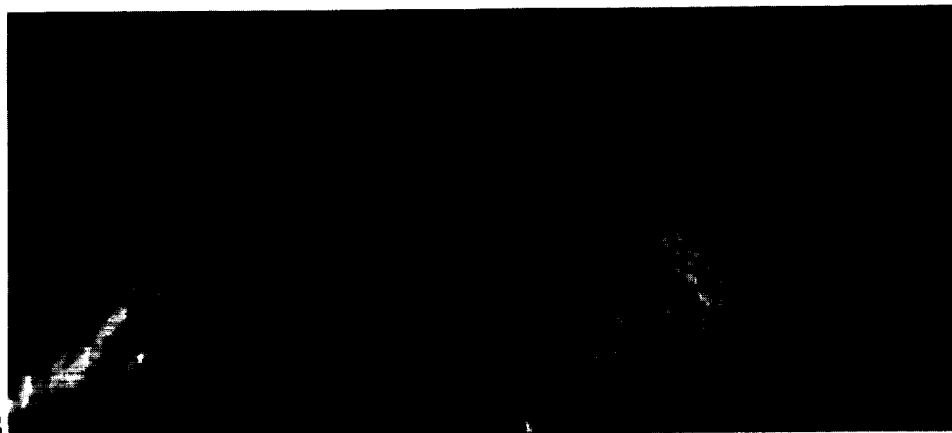


Figure A-5 GOES-10 Over-sampling Testing
San Francisco Bay Channel 4
10/28/97 18:53-18:56 UTC
NASA, NOAA, S.Kigawa(JMA)

Processed



Current GOES



MTSAT HiRID

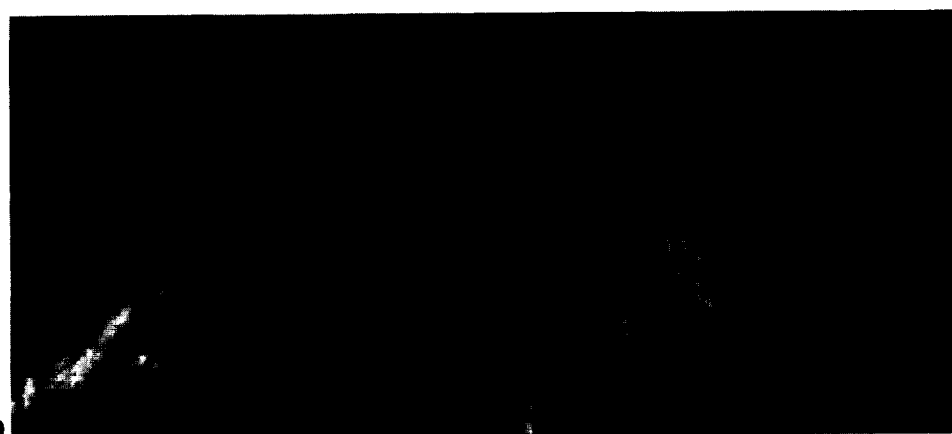
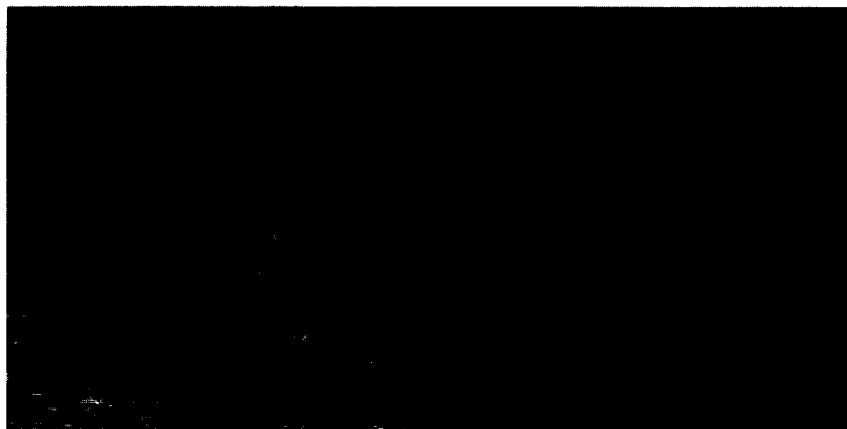


Figure A-6 GOES-10 Over-sampling Testing
Florida Channel 4 - Channel 5
10/28/97 18:41-18:44 UTC
NASA, NOAA, S.Kigawa(JMA)

Processed



Current GOES

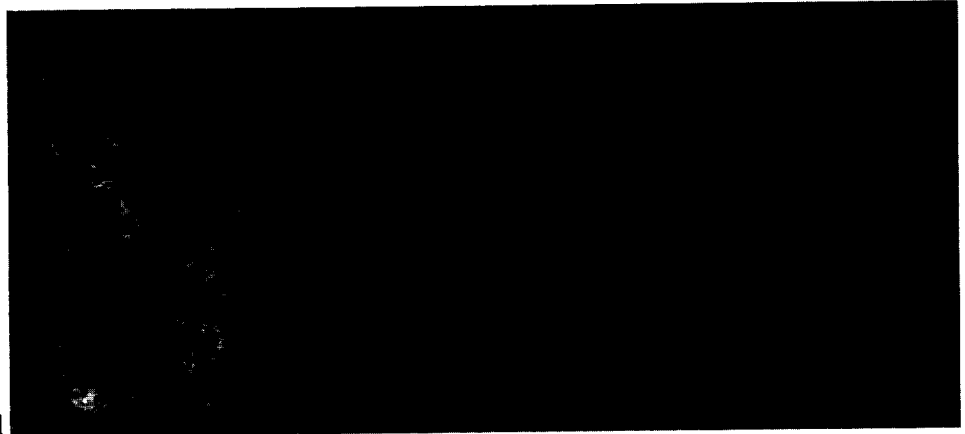


MTSAT HiRID

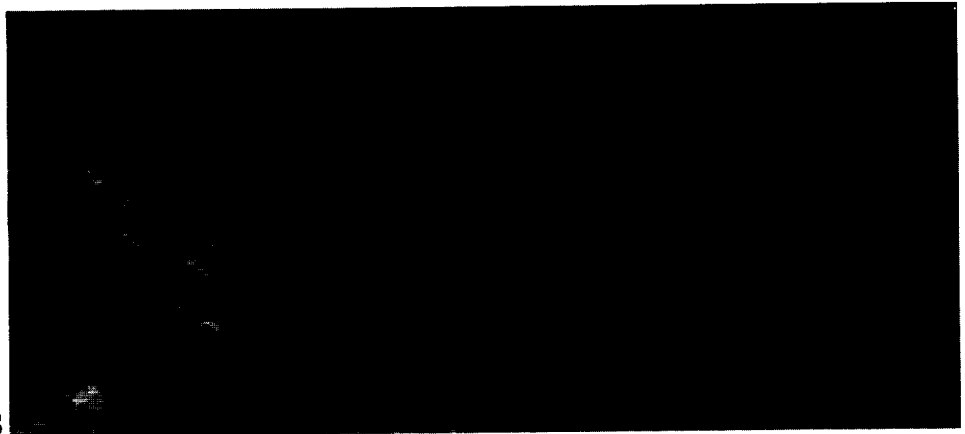


Figure A-7 GOES-10 Over-sampling Testing
Baja California Channel 4 - Channel 5
10/28/97 18:47-18:50 UTC
NASA, NOAA, S.Kigawa(JMA)

Processed



Current GOES



MTSAT HiRID

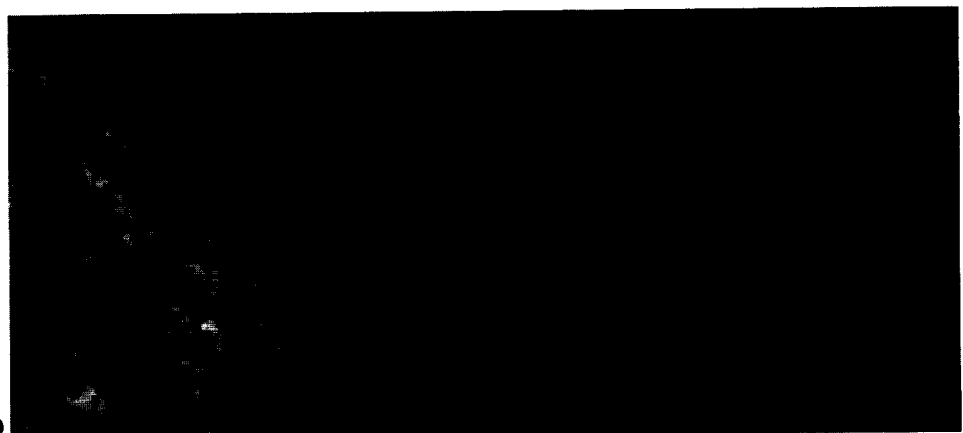


Figure A-8 GOES-10 Over-sampling Testing
San Francisco Bay Channel 4 - Channel 5
10/28/97 18:53-18:56 UTC
NASA, NOAA, S.Kigawa(JMA)

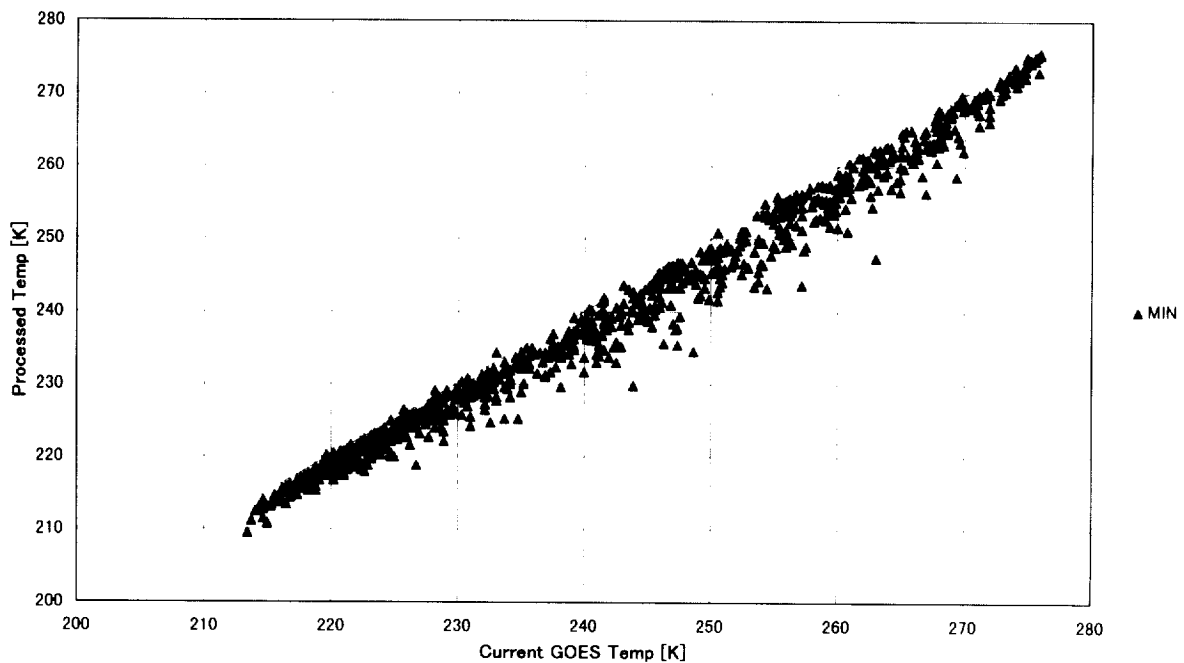
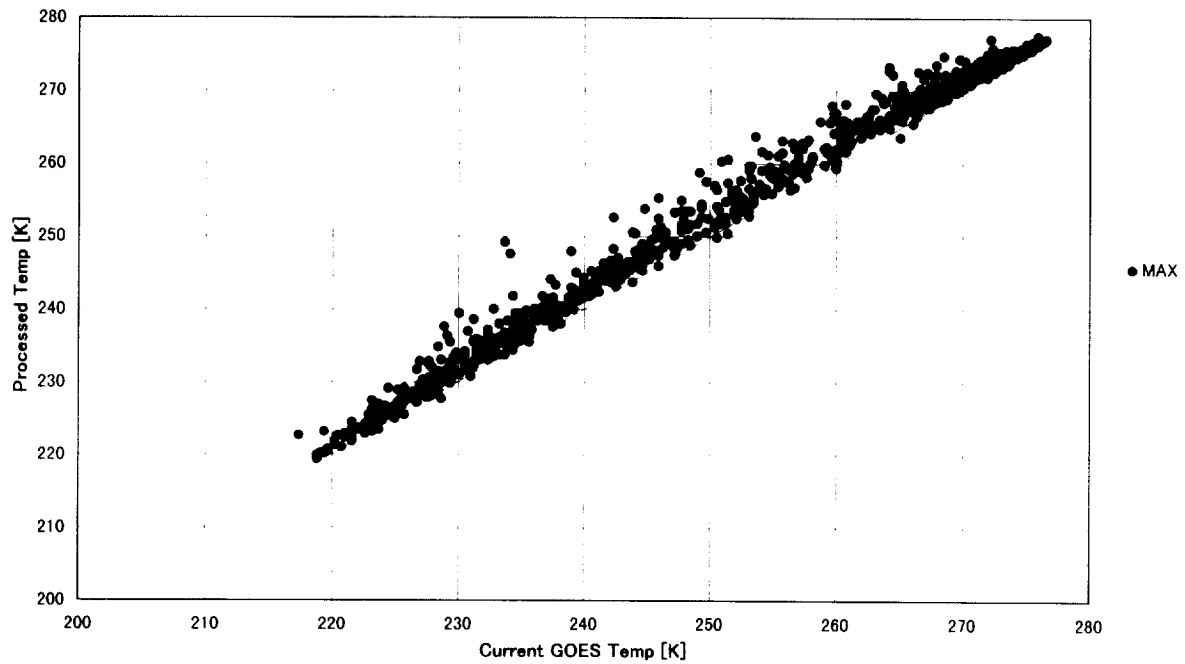


Figure A-9.a Maximum(Top) and Minimum(Bottom) Temperatures of Florida, Channel 4

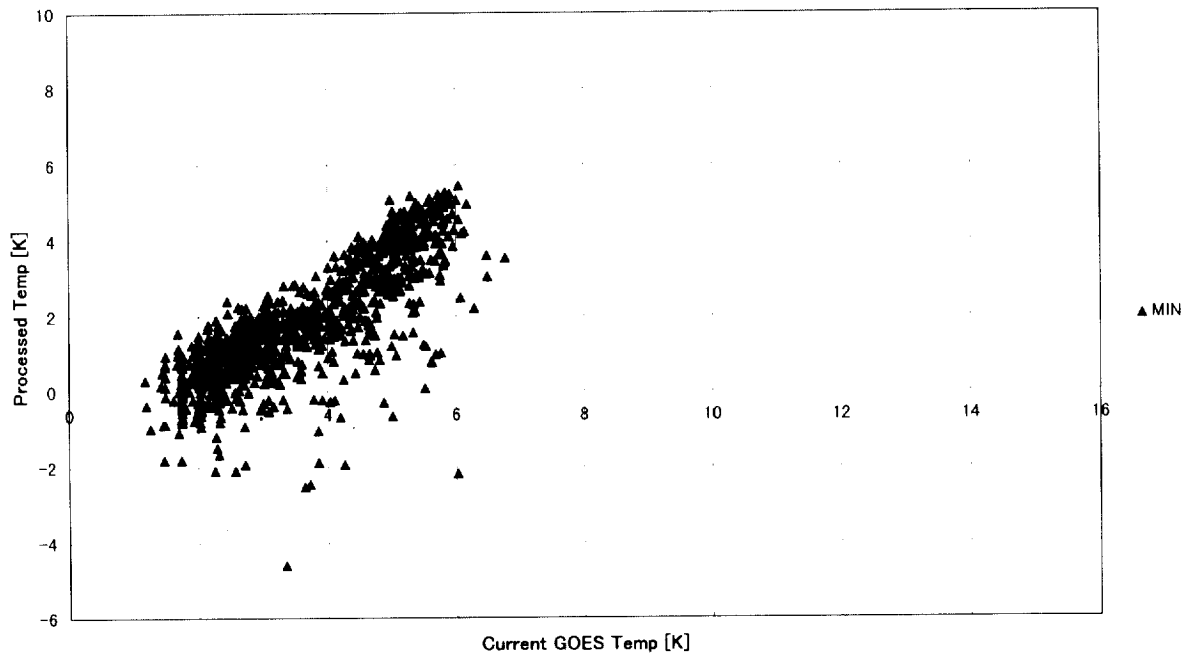
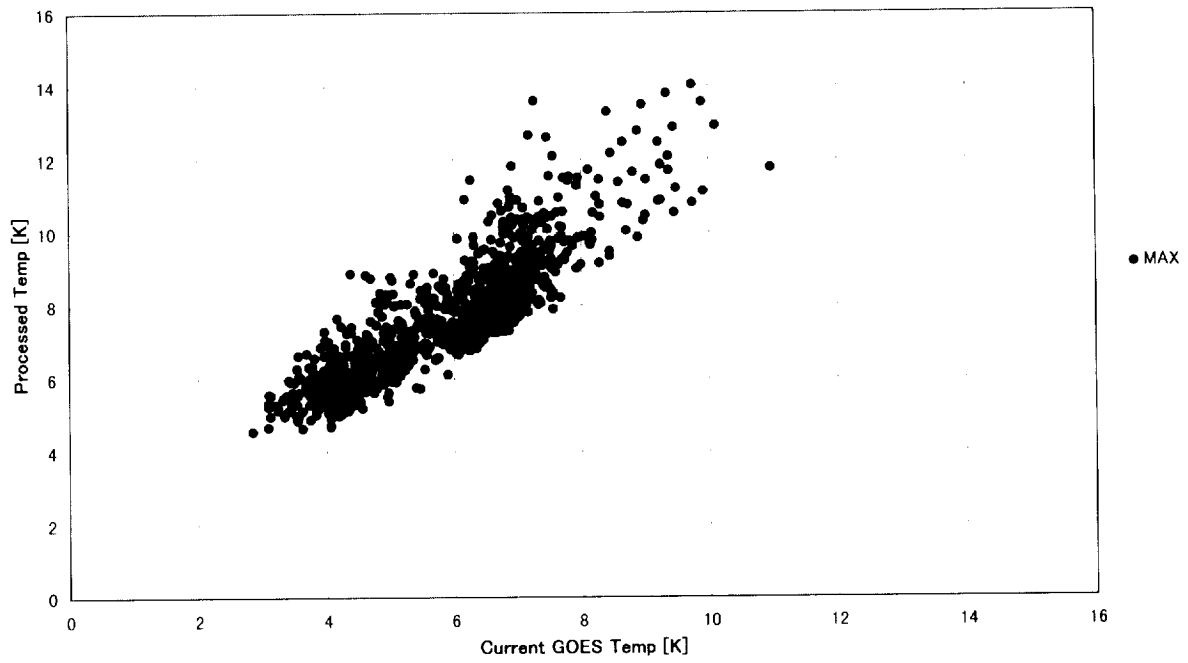


Figure A-9.b Maximum(Top) and Minimum(Bottom) Temperatures of Florida, Channels 4-5

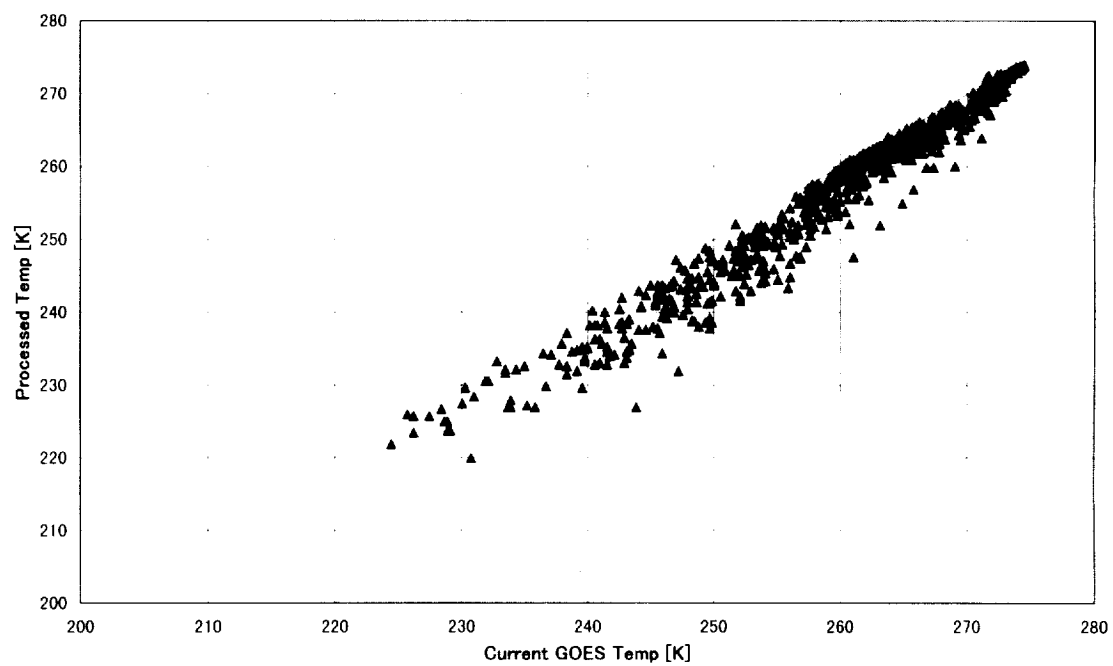
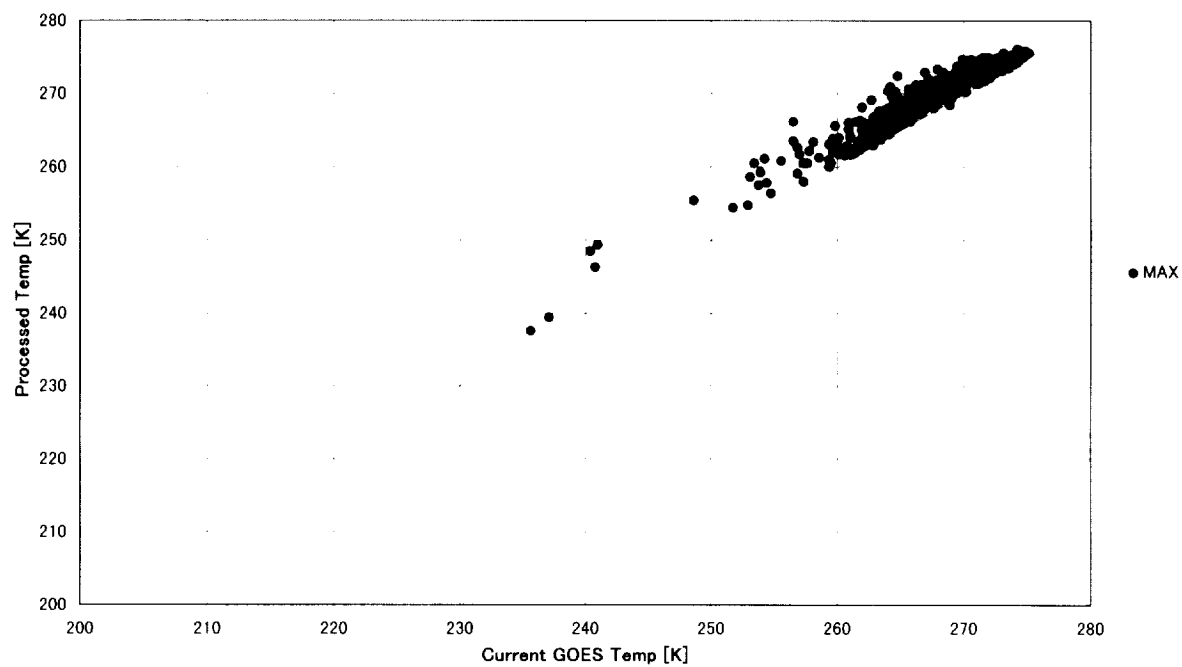


Figure A-10.a Maximum(Top) and Minimum(Bottom) Temperatures of Baja California, Channel 4

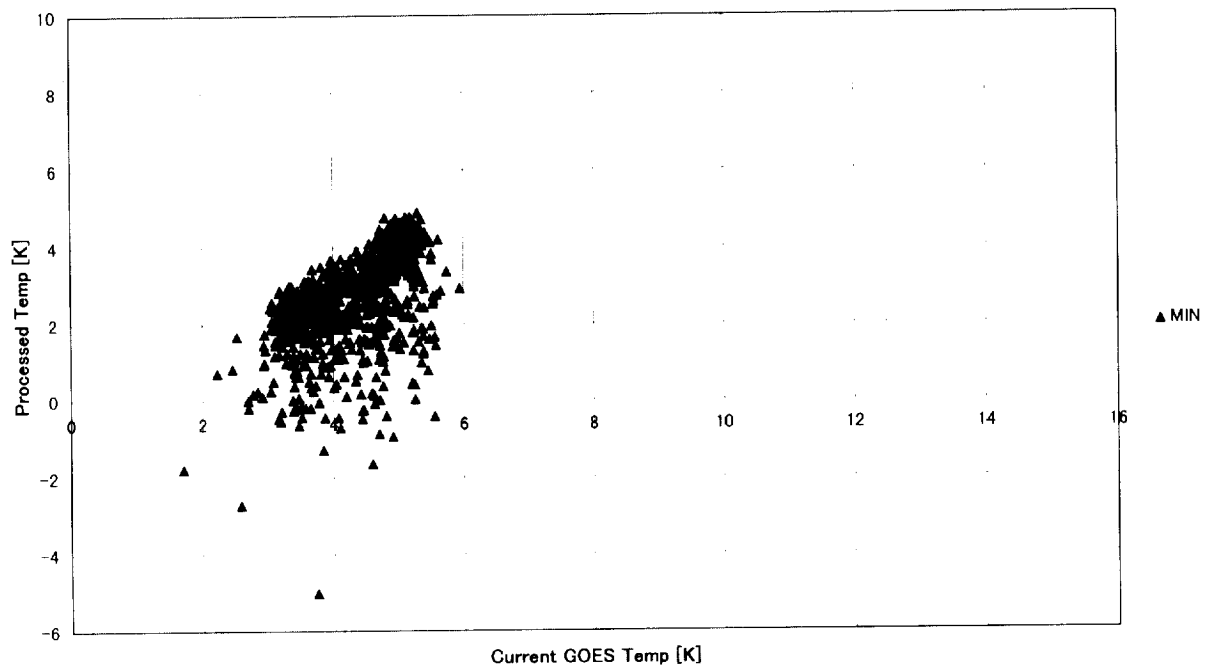
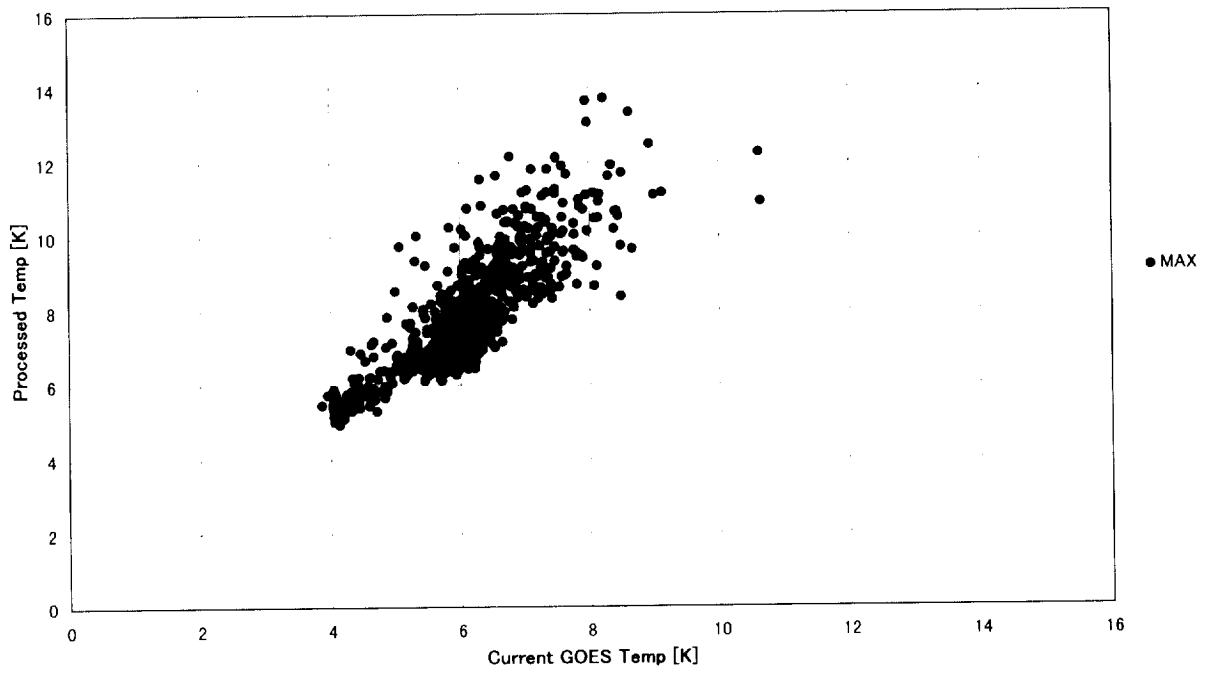


Figure A-10.b Maximum(Top) and Minimum(Bottom) Temperatures of Baja California, Channels 4-5

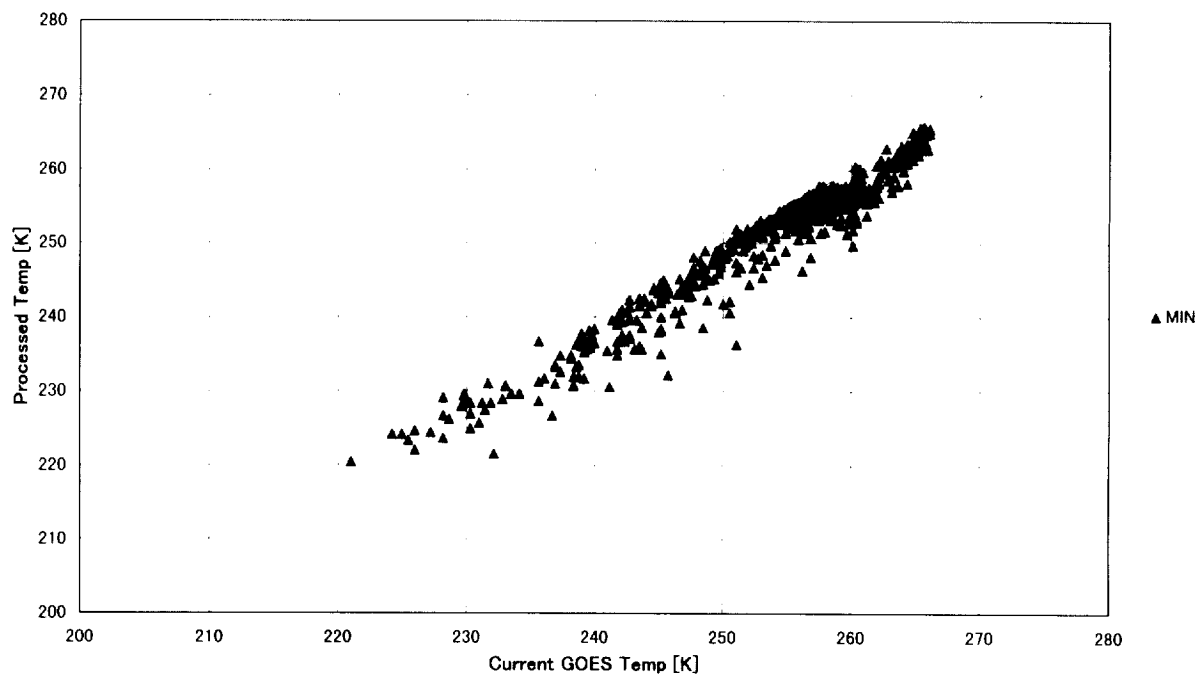
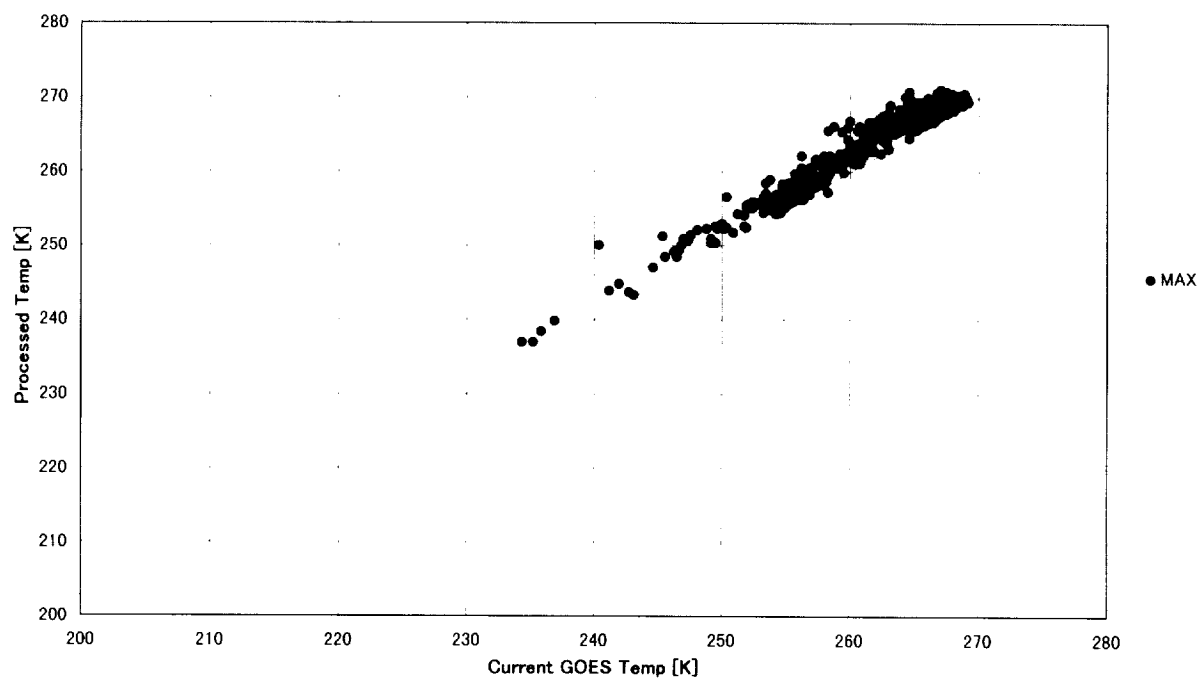


Figure A-11.a Maximum(Top) and Minimum(Bottom) Temperatures of San Francisco Bay, Channel 4

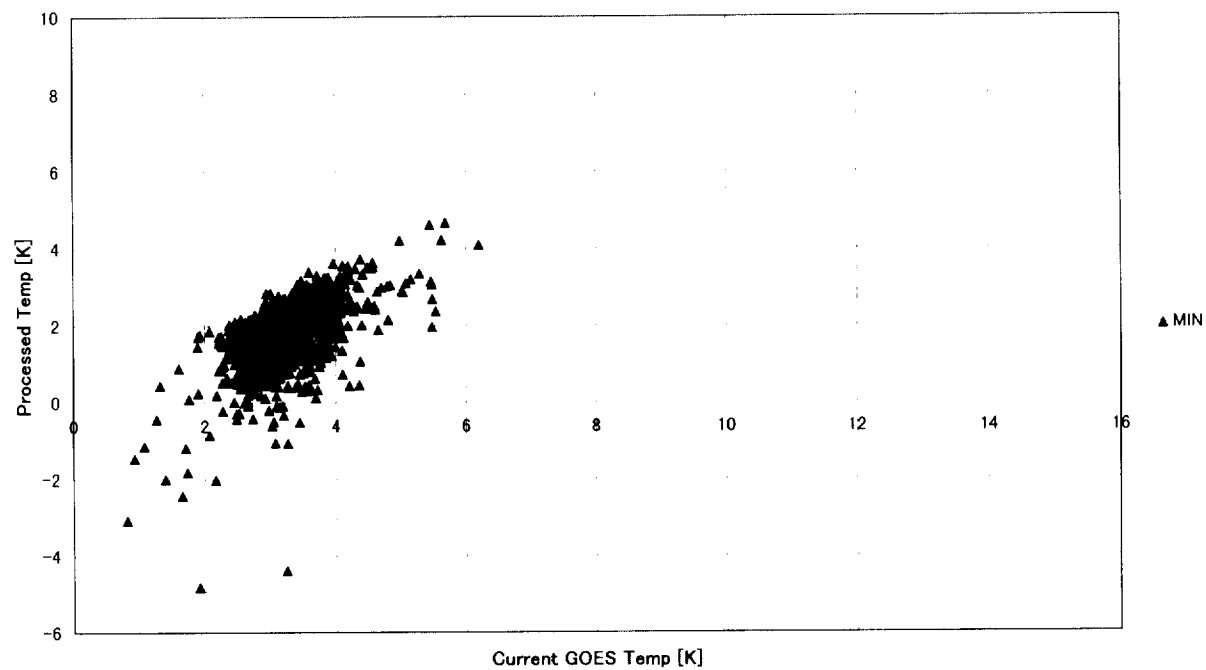
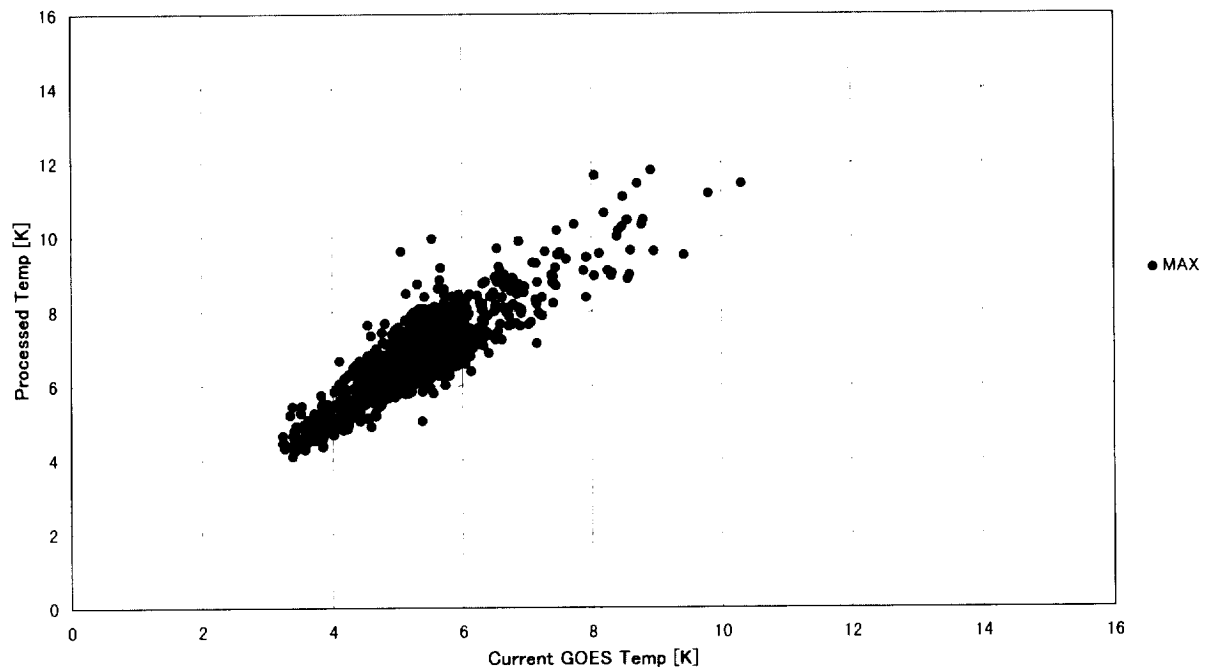


Figure A-11.b Maximum(Top) and Minimum(Bottom) Temperatures of San Francisco Bay, Channels 4-5

Low Pass 1	Low Pass 2	Low Pass 3	Low Pass 4	Low Pass 5	Low Pass 6	Low Pass 7
0.001	-0.002	-0.001	0.002	0.002	-0.001	-0.002
-0.003	0.002	0.004	0.001	-0.003	-0.003	0.002
0.007	0.002	-0.005	-0.006	0	0.006	0.005
-0.011	-0.011	-0.001	0.01	0.012	0.003	-0.008
0.01	0.021	0.017	0.002	-0.014	-0.021	-0.014
0.003	-0.02	-0.033	-0.031	-0.014	0.009	0.029
-0.035	-0.008	0.022	0.045	0.054	0.047	0.025
0.083	0.067	0.039	0.004	-0.031	-0.061	-0.081
-0.136	-0.145	-0.142	-0.128	-0.104	-0.072	-0.034
0.178	0.212	0.242	0.266	0.286	0.302	0.309
0.807	0.764	0.717	0.67	0.627	0.584	0.538
0.178	0.212	0.242	0.266	0.286	0.302	0.309
-0.136	-0.145	-0.142	-0.128	-0.104	-0.072	-0.034
0.083	0.067	0.039	0.004	-0.031	-0.061	-0.081
-0.035	-0.008	0.022	0.045	0.054	0.047	0.025
0.003	-0.02	-0.033	-0.031	-0.014	0.009	0.029
0.01	0.021	0.017	0.002	-0.014	-0.021	-0.014
-0.011	-0.011	-0.001	0.01	0.012	0.003	-0.008
0.007	0.002	-0.005	-0.006	0	0.006	0.005
-0.003	0.002	0.004	0.001	-0.003	-0.003	0.002
0.001	-0.002	-0.001	0.002	0.002	-0.001	-0.002

Table A-5 Low-pass Filter

Florida			Baja California		
	Current GOES (counts)	Processed (counts)		Current GOES (counts)	Processed (counts)
#1	0.68	1.82	#1	0.36	1.94
#2	0.91	2.20	#2	0.59	2.23
#3	1.14	2.27	#3	0.62	1.74
#4	1.25	2.33	#4	0.64	2.42
#5	1.31	2.85	#5	0.66	1.91
Average	1.06	2.29	Average	0.57	2.05

San Francisco Bay		
	Current GOES (counts)	Processed (counts)
#1	0.51	1.95
#2	0.54	2.08
#3	0.60	2.44
#4	0.64	1.80
#5	0.64	1.99
Average	0.59	2.05

Table A-6 Standard Deviation of Clear Sky Area

To assess an impact on cloud motion winds, pattern matching using the cross-correlation method was performed for an area of 16 by 16 pixels (processed image) and 8 by 16 pixels (current GOES image) on channel 4. As mentioned above, the acquisition of the over-sampling image was repeated at each geographical location, whose interval was approximately 90 seconds. The pattern matching was performed

on the lattice of 16 by 16 pixels on the processed image and 8 by 16 pixels on the current GOES image. The correlation surface of the pattern matching was interpolated and a correlation peak was detected.

The results of the pattern matching are shown from Figure A-14 through A-16 as the cloud motion winds. It is remarkable that the winds which indicate 10 m/s or over have a bias

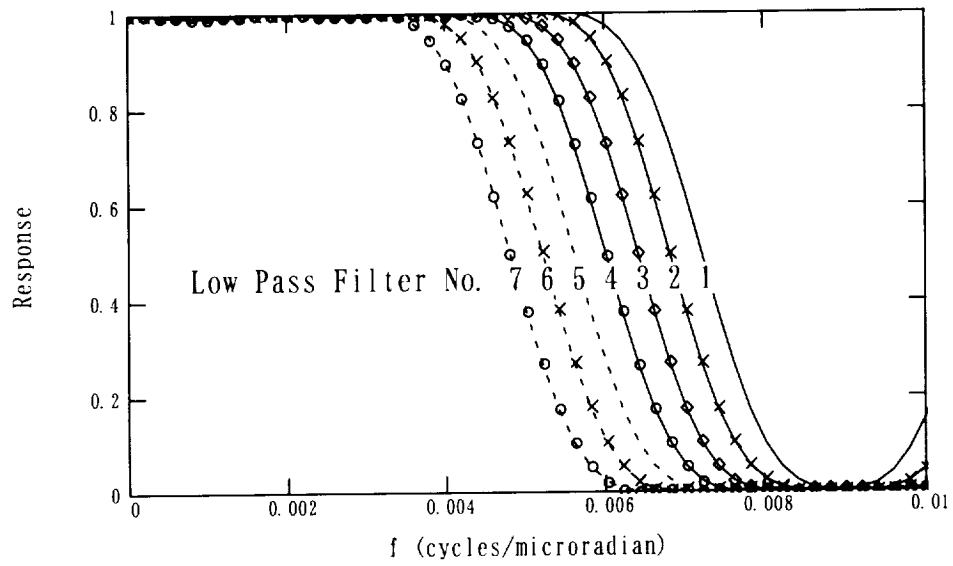


Figure A-12 Low Pass Filter Response

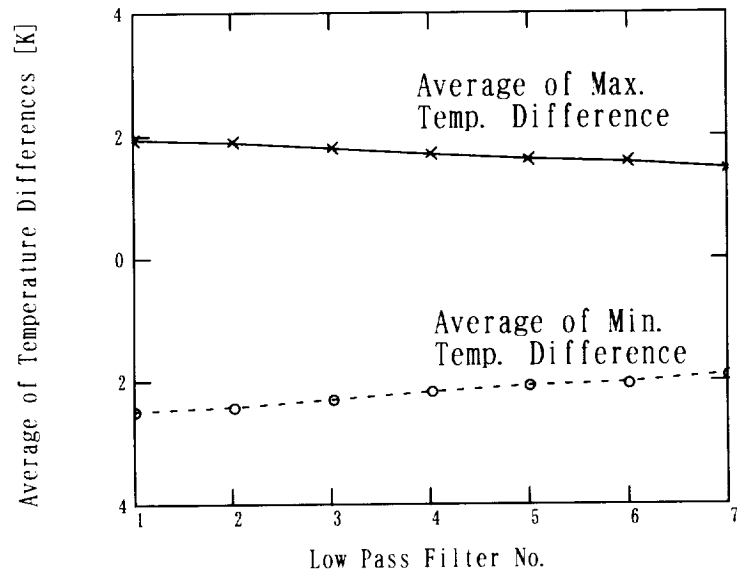


Figure A-13 Low Pass Filter Examination

of 3.9 m/s at Florida, and 4.8 m/s at Baja California. It is reported that the cloud motion winds for upper levels are biased slow (more than 2 m/s) for speed exceeding 30 m/s comparing with aircraft measurements³. Although the analysis of the over-sampling image is preliminary, it means the over-sampling image has a potential improvement on the cloud motion winds with the better cloud height assignment described the above.

Reference

1. Baucom, J.G., and Weinreb, M. : 1996, Characteristics of E/W stripes in infrared images from the GOES-10 Imager, SPIE Vol. 2812, pp 587-595, Aug. 7-9, 1996.
2. Bremer, J.C., and Comeyne III, G. J. : 1994, Optimization of the GOES-I Imager's radiometric accuracy: drift and 1/f noise suppression, Optical Engineering Vol. 33, No. 10, pp 3324-3333, Oct. 1994.
3. Thoss, A., 1991: Proceedings. First International Winds Workshop, Washington, D.C., USA, 17-19 September 1991, pp 105-112.

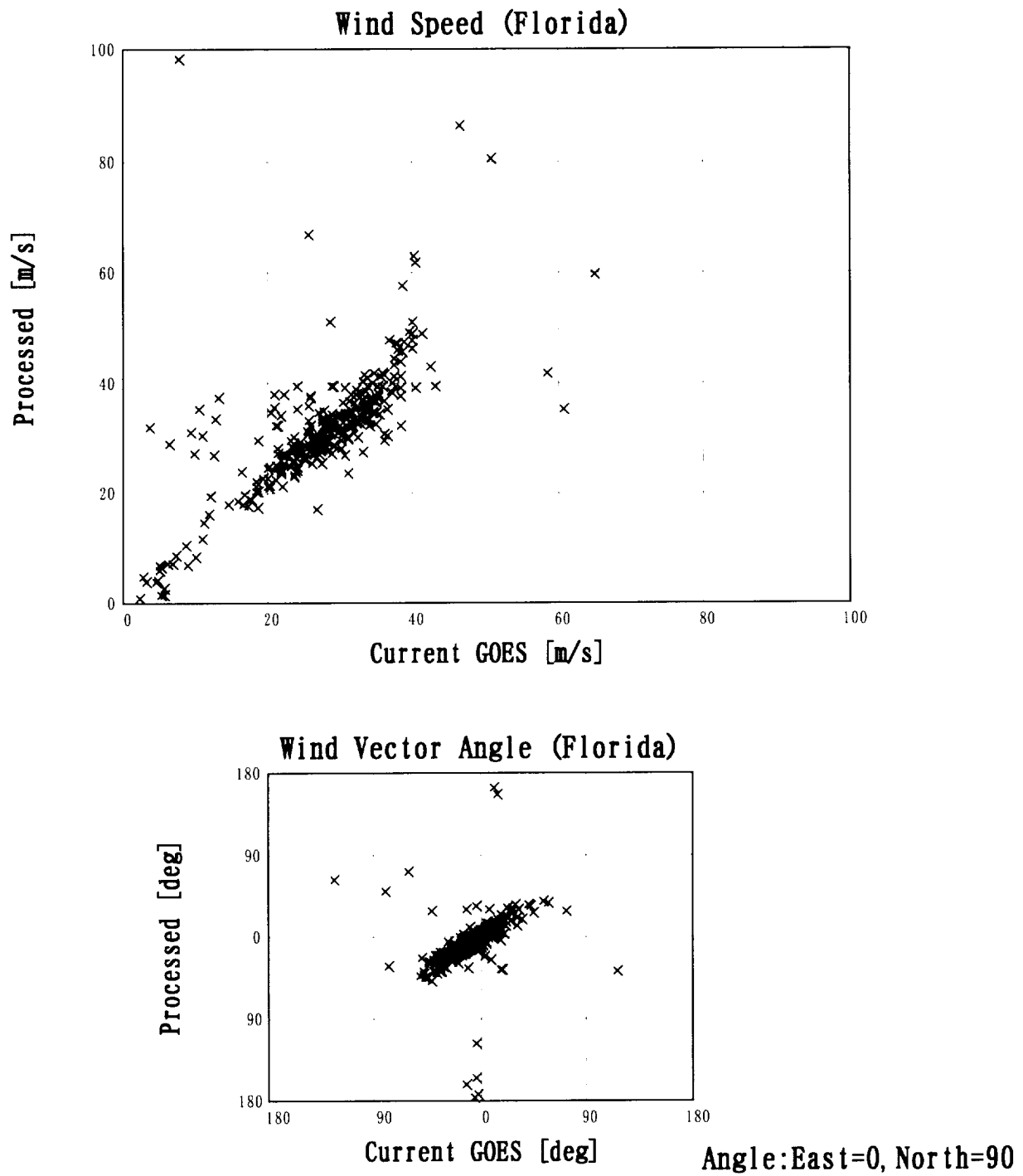


Figure A-14 Cloud Motion Winds of Florida Image on Channel 4
Wind Speed (Top) and Direction (Bottom)

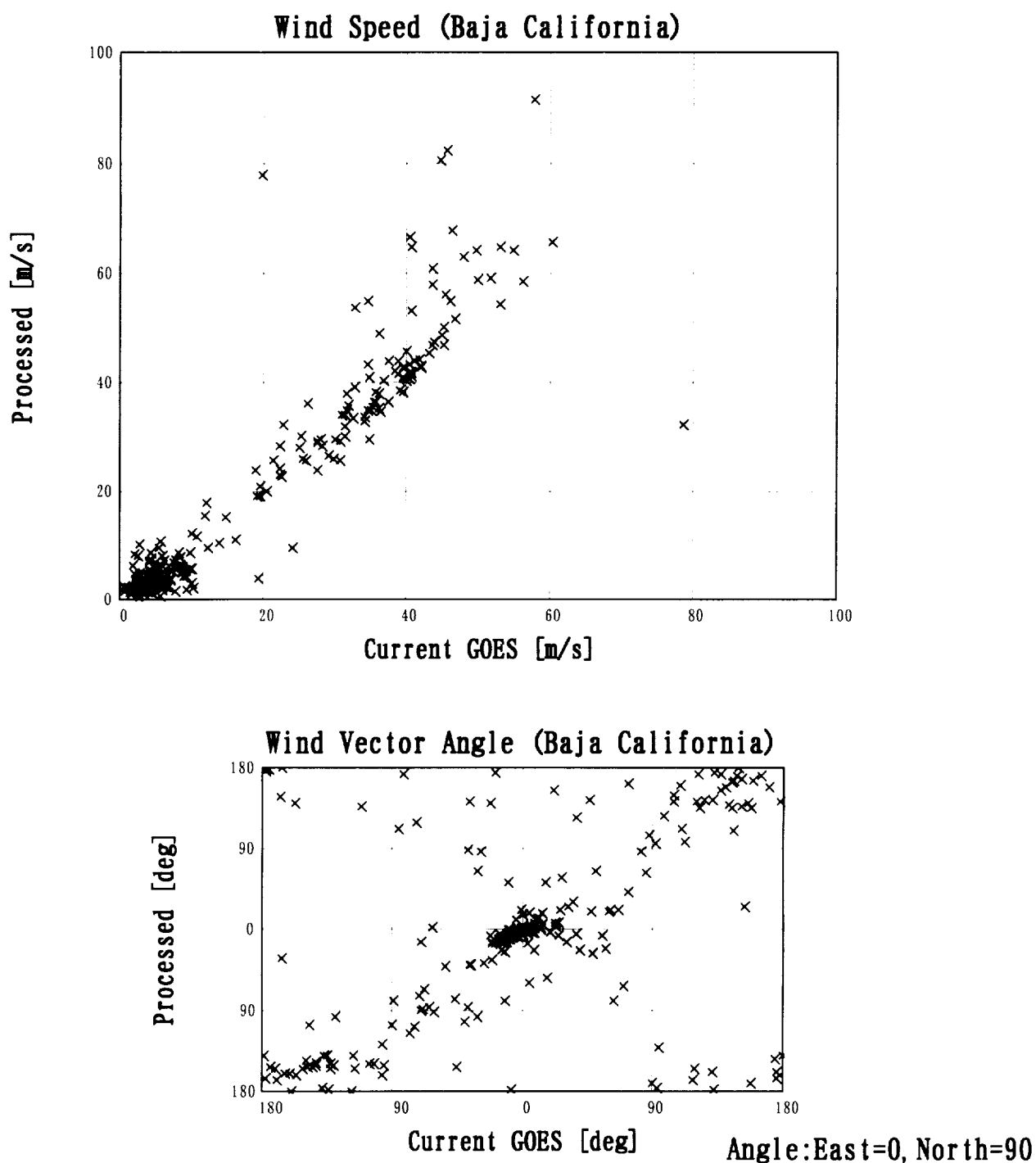


Figure A-15 Cloud Motion Winds of Baja California Image on Channel 4
Wind Speed (Top) and Direction (Bottom)

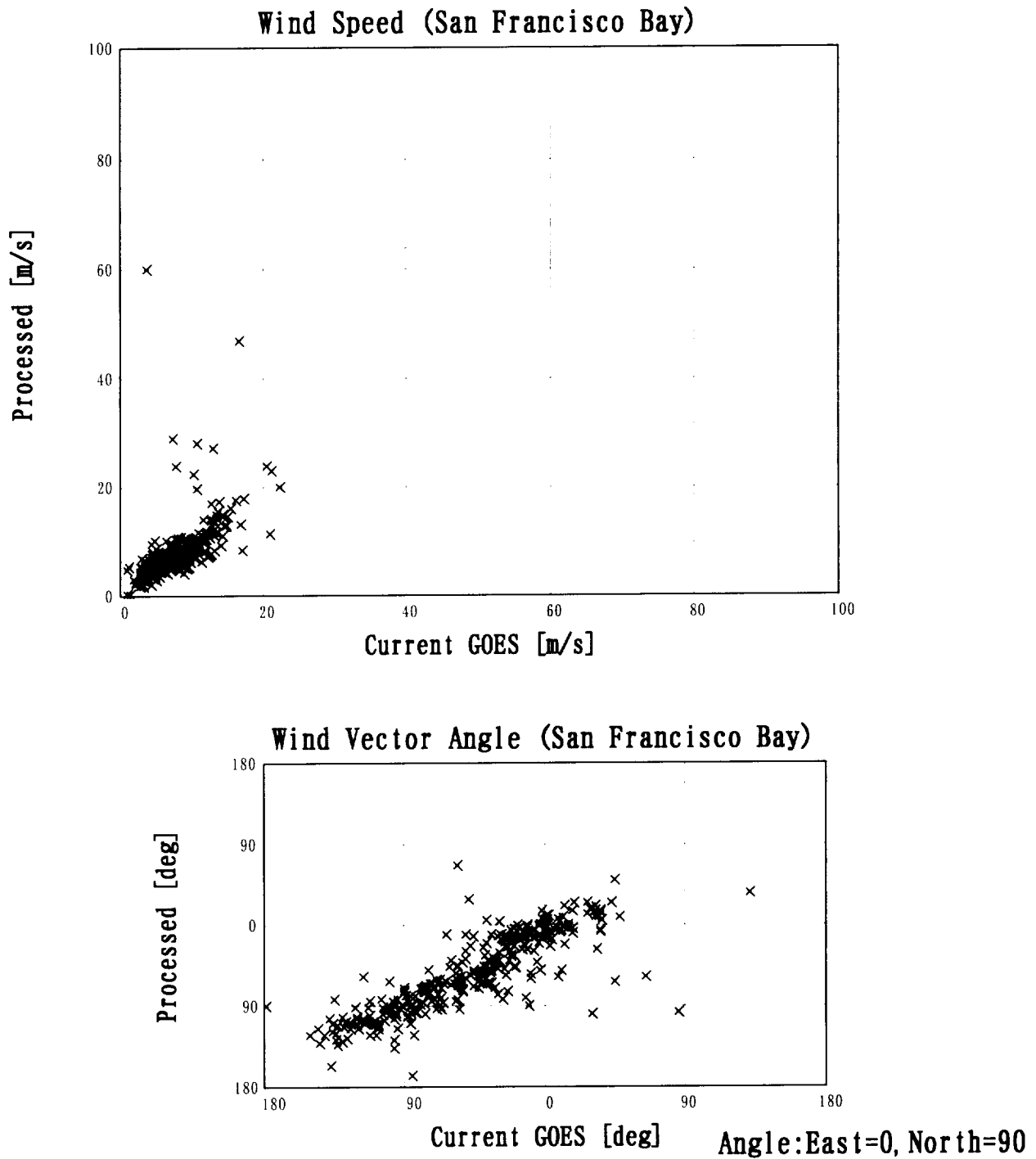


Figure A-16 Cloud Motion Winds of San Francisco Bay Image on Channel 4
Wind Speed (Top) and Direction (Bottom)

Appendix B

AVHRR An abbreviation for Advanced Very High Resolution Radiometer. It is one of payloads on TIROS-N / NOAA series.

IFOV An abbreviation for Instantaneous Field of View. It defines the angular response function of the radiance that is captured instantaneously by Imager's visible and infrared detectors. Input scene intensity as a function of angle is convoluted with IFOV.

Imager A visible and infrared scanning radiometer on MTSAT.

MTF An abbreviation for Modulation Transfer Function. It defines imaging gain as a function of spatial frequency. MTF is derived by taking the Fourier transform of IFOV or PSF. It shows a measure of an instrument's ability to detect contrast changes on observed scenes. High MTF means high contrast on an output image.

Nyquist frequency A half of sampling frequency. The Nyquist frequency is given by:

$$\text{Nyquist frequency} = \frac{1}{2 \times \text{spatial sampling interval}}$$

PSF An abbreviation for Point Spread Function. It defines a radiance angular response function when the Imager observes a point light source.

雲解析情報図における雲解析の方法*

Analysis Procedure for Some Cloud Patterns Informed in Satellite Cloud Information Chart

Abstract

Meteorological Satellite Center disseminates Satellite Cloud Information Chart (SCIC) three hourly as a supporting information for short range weather forecasting at local weather offices.

SCIC consists of two kinds of information, one is the imagery information of automatically classified cloud types and brightness temperature, the other is man-machine interactively the analysis information such as a cloud pattern,...

This article introduces the analysis procedures for some cloud patterns, these are jet streak, transverse line, upper level trough, and upper level vortex.

概 要

気象衛星センターでは、地方における短期予報支援資料として「雲解析情報図」を3時間毎に配信している。

雲解析情報図は2種類の情報から構成されている。その1つは、自動判別された雲域と水蒸気画像から求めた輝度温度の画像情報であり、2つ目の情報として雲パターンから人間が解析した解析情報である。

ここでは、解析情報のうち上層に関連した強風軸、トランスバースライン、上層トラフ、及び上層渦について、画像解析の方法を紹介する。

1. はじめに

気象衛星センターでは、短期予報支援資料としてマシン処理によって作成した「雲解析情報図」を3時間毎にL/A経由で配信している。

雲解析情報図は2種類の情報から構成されている。

その1つは自動判別された雲域と水蒸気画像から求めた輝度温度の情報である。雲域は、上層雲域、中層雲域、曇天域、積雲域、霧域、Cb域、Cg域の7種類がある。水蒸気画像から求められた輝度温度は、おおまかな上・中層の大気の湿りの度合いを表し、乾燥域を示す指標として、 -20°C 以上の範囲を暗域として表す。

これらの7種類の雲域と暗域をそれぞれのハッチパターンで表している。

2つ目の情報は、雲パターンから人間が解析した解析情報である。上層トラフ、上層渦、トランスバースライン等の雲パターンは、地上擾乱の発生・発達やCAT予測等の補助資料として重要である。これらの情報を雲解析情報図に付加するには、できるだけ客観的な方法で行うことが必要である。このため、解析課では雲解析作業マニュアルを作成しこれに沿って情報の付加作業を行っている。

*気象衛星センター 解析課
(1998年9月7日受領、1998年10月7日受理)

本稿では、上層に主眼をおいた「Ⅰ. 強風軸」、「Ⅱ. トランスバースライン」、「Ⅲ. 上層トラフ」、「Ⅳ. 上層渦」について、雲解析の方法を事例を示しながら解説する。今後、利用者が自分自身で画像解析を行う際の参考になることを期待する。

なお、雲解析情報図の作成アルゴリズムや付加情報

の概説等については、「雲解析情報図利用の手引き」(気象衛星センター：1995)、「気象衛星技術報告特別号(1996)」(気象衛星センター：1997)に、水蒸気画像を利用した擾乱発生やシビア現象の事例解析については、気象衛星センターで刊行した雲解析事例集等に記述されている。

Ⅰ. 強風軸*

1. はじめに

1-1 解析の目的

「ひまわり5号」以降、水蒸気画像から上・中層の流れが把握できるようになり、ジェット気流は水蒸気の暗・明域との境界付近に解析されることが多いことが分かった(気象衛星センター：1995)。ここでは現業作業時の制約された時間の中で、よりの確にジェット気流を解析する手法について述べ、利用者が雲解析情報図等で記述されている「強風軸」についての理解を高めることを目的とした。

1-2 気象学的な定義

WMO(世界気象機関)ではジェット気流の定義と特徴的基準を次のように示している。

(「航空気象予報作業指針10-3-3高層天気図の解析」から抜粋)

- ・ 定義「ジェット気流とは上部対流圏もしくは成層圏でほぼ水平軸に沿って集中した強く狭い流れであって、鉛直及び水平方向に強い風のシャー(風向風速の差)を持ち、一つまたはそれ以上の風速極大がある特徴を持っている。」
- ・ 特徴的基準「一般にジェット気流は長さが数千キロメートル、幅が数百キロメートル、厚さが数キロメートルである。風の鉛直シャーは1kmにつき10～20kt、水平シャーは100kmにつき10ktのオーダーである。ジェット軸に沿った風速の弱い方の限界を60ktとする。」

1-3 画像での特徴

水蒸気画像では、ジェット気流は多くの場合、暗域と明域の境界(以下、バウンダリーと呼ぶ)付近に沿っている。ジェット気流を挟んだ北側の下降流による乾燥域で暗域、南側の上昇流による湿潤域で明域になる場合が多く、ジェット気流はこの乾湿分布の違いから特定される。

以下に、ジェット気流に対応するバウンダリーと対応しないバウンダリーの特徴を示す。(気象衛星センター：1993、1995)

(1) ジェット気流に対応するバウンダリー

① 明・暗域の例

ジェット気流の下流に向かって左側が暗域で右側が明域となるパターンを暗・明域と呼ぶ。北半球ではジェット気流は通常西風であるので、ジェット気流を境に南の方が北の方より湿っていることを示す。(写真1-1)

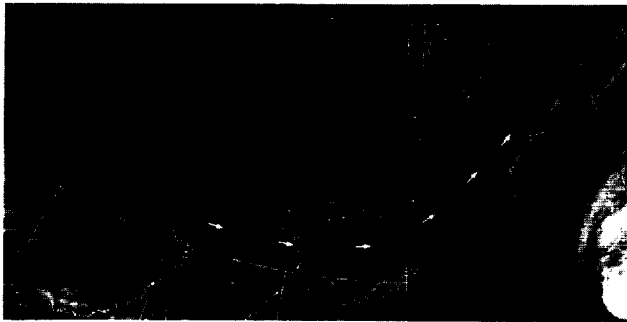


写真1-1

暗・明域の例：水蒸気画像(1997年9月28日12UTC)
矢印は強風軸を示す

※ 田中 武夫
Takeo Tanaka

山本 雅之
Masayuki Yamamoto
現：データ処理課

酒井 誠
Makoto Sakai

林 宏一
Kouichi Hayashi
現：前橋地方気象台

② 明・暗・明域の例

ジェット気流に沿ってバンド状に暗域が伸び、両側が明域となるパターンを明・暗・明域と呼ぶ。両側とも湿っている場合に相当する。(写真1-2)



写真1-2

明・暗・明域の例：水蒸気画像(1997年8月24日12UTC)

矢印は強風軸を示す

(2) ジェット気流に対応しないバウンダリー

① ヘッドバウンダリー

低気圧性循環の北東象限界で、西進する明域（湿潤域）と東進する暗域（乾燥域）との間に形成する明・

暗域の境界。明瞭で動きが遅い。インサイドバウンダリーと似ているが、明・暗域が逆である。(図1-1、写真1-3)

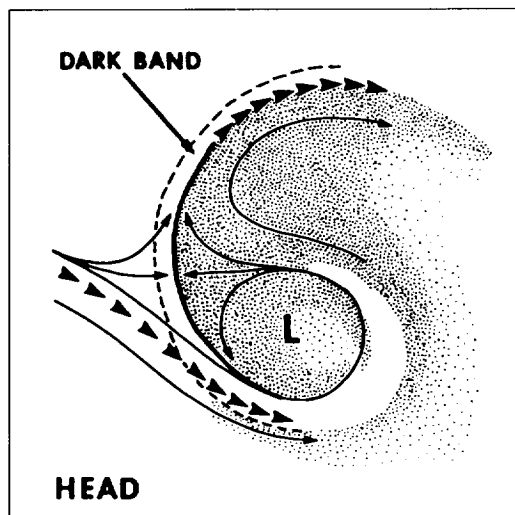


図1-1 ヘッドバウンダリーの模式図

模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、破線は暗・明域の境界、ハッチ域は明域、写真中の矢印はバウンダリーを示す



写真1-3 水蒸気画像(1997年11月9日12UTC)

② インサイドバウンダリー

高気圧性循環の南東象限で、西進する暗域と東進する明域との間に形成する明・暗域の境界。明瞭で動き

が遅く、ヘッドバウンダリーと明・暗域が逆である。
(図1-2、写真1-4)

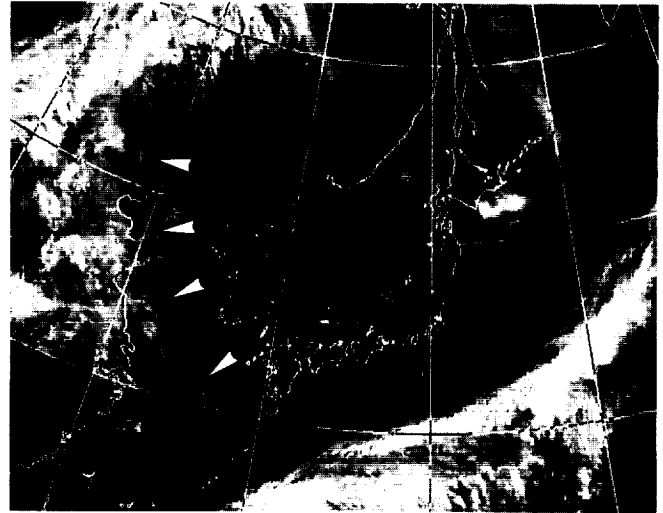
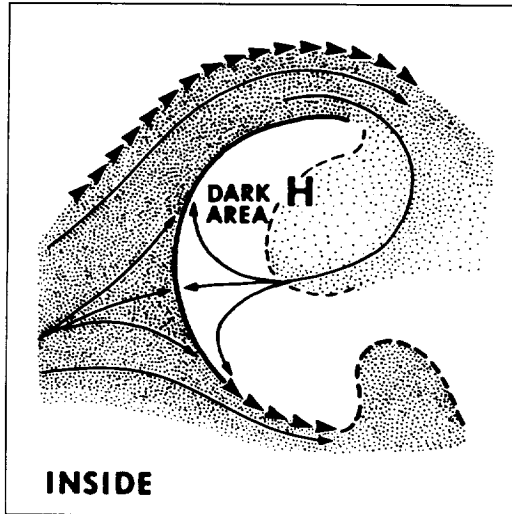


図1-2 インサイドバウンダリーの模式図

模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、破線は暗・明域の境界、ハッチ域は明域、写真中の矢印はバウンダリーを示す

写真1-4 水蒸気画像 (1998年5月21日00UTC)

③ ドライサージバウンダリー

東進する暗域とその前面の明域との間に形成される明・暗域の境界。明瞭であるが対流雲が境界近傍で発

達しやすく、不明瞭になることがある。動きは遅く形状は進行方向に対して凸型である。(図1-3、写真1-5)

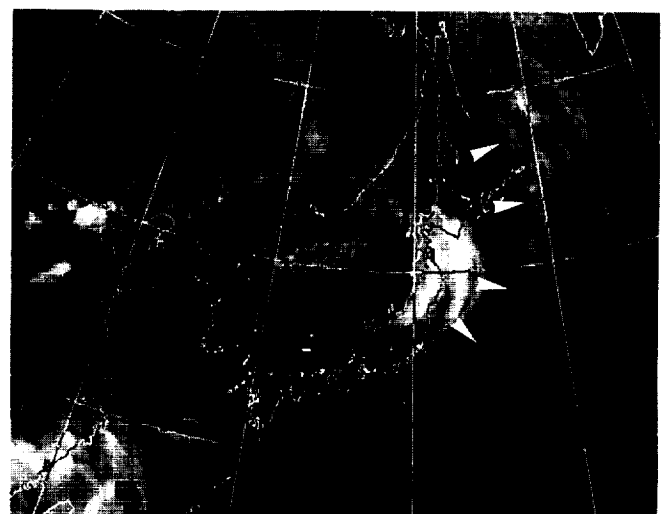
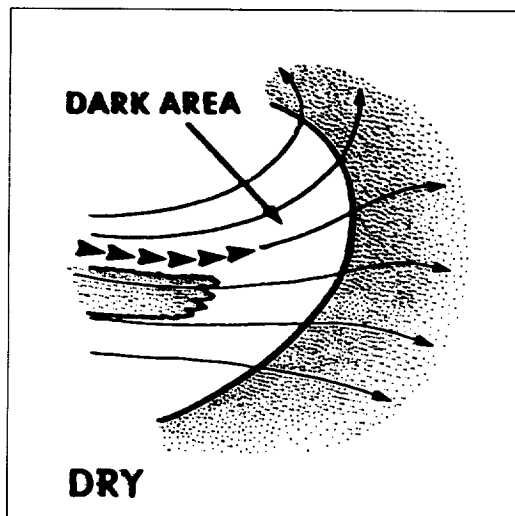


図1-3 ドライサージバウンダリーの模式図

模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、ハッチ域は明域、写真中の矢印はバウンダリーを示す

写真1-5 水蒸気画像 (1997年7月2日18UTC)

④ ベースサージバウンダリー

南進する暗域とその前面の明域との間に形成される明・暗域の境界。動きは早く、形状は進行方向に凸状である。(図1-4、写真1-6)

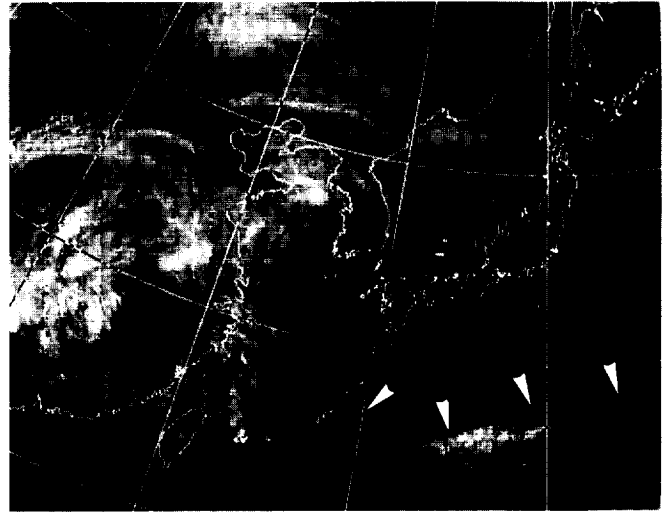
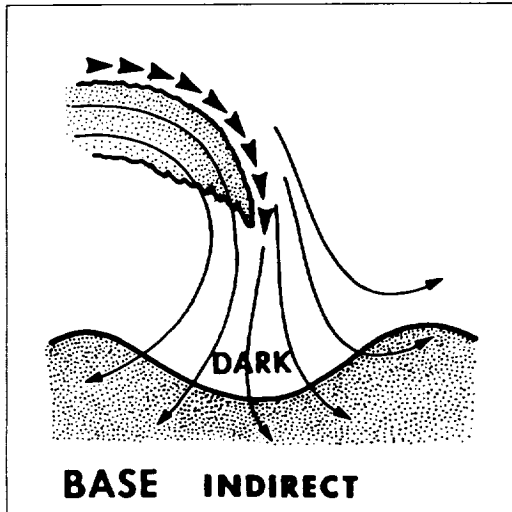


図1-4 ベースサージバウンダリーの模式図

写真1-6 水蒸気画像 (1997年4月1日06UTC)

模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、ハッチ域は明域、写真中の矢印はバウンダリーを示す

2. 解析手順

2-1 解析の手順

- (1) 水蒸気画像に暗・明域（または明・暗・明域）のバウンダリーがあるか概観する。
- (2) バウンダリーをジェット気流平行型のバウンダリーか、ヘッド、インサイド、ドライサージ、及びベースサージバウンダリー（バウンダリーの走向に直交する動き）であるかを動画等で確認する。
- (3) ジェット気流平行型のバウンダリーが、200hPaまたは300hPa高層天気図の60kt以上の領域に対応していれば、雲解析情報図では強風軸とする。

2-2 解析の留意点

- (1) 赤外画像で、トランスバースラインやCiストリークを解析した場合、この近傍には強風軸の存在する可能性が高い。このため、水蒸気画像でバウンダリーがトランスバースラインやCiストリークの近傍に存在する場合には、強風軸の可能性を検討す

る。

なお、雲解析情報図では、強風軸とトランスバースライン及びCiストリークが重なる場合には、トランスバースライン、強風軸、Ciストリークの順で優先表示する。

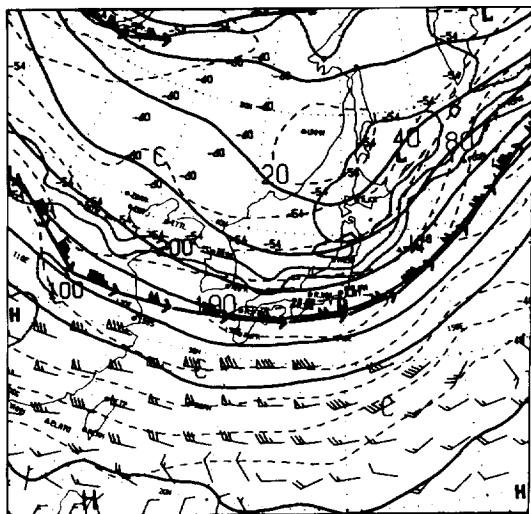
- (2) 冬季には、明瞭なバウンダリーは出現しないことが多い。このため冬季にはバウンダリーが不明瞭な場合でも、強風軸の可能性を検討する。
- (3) 緯度数度以内にバウンダリーが数本観測されることがある。この場合には、高層天気図を参考としながら、各々明瞭なものを強風軸とする。

3. 事例解析

3-1 暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年9月29日00UTC) (図1-5)

・ 強風軸に対応するバウンダリー:

華中から日本付近を通るバウンダリー (a) は、300hPa高層天気図 (以下300hPa) では (図1-5-②)、日本付近に9480mの等高線付近に沿って強風軸が解析でき、また、200hPa高層天気図 (以下200hPa) (図1-5-①) でも、ほぼ同じ場所に強風軸が解析されている。断面図 (図略) でも八丈島付近に強風核が解析できる。

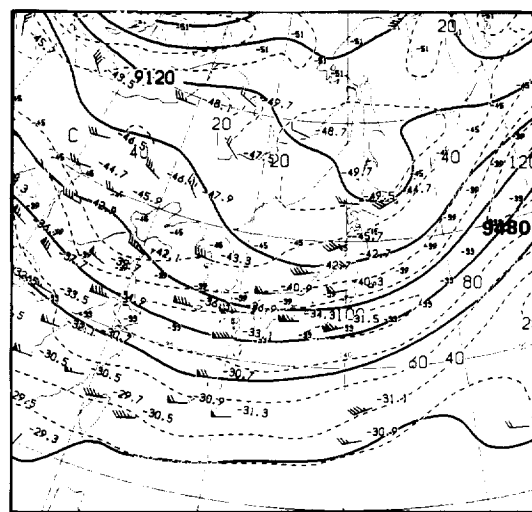


1-5-① 200hPa高層天気図

150° E 以東は、Ciストリークがやや北への盛り上がりを見せ、暗・明域の境界を不明瞭にしているため、強風軸は付加しない。また、120° E 以西は2本のバウンダリー (c, d) が交差しているため、これも強風軸は付加しない。(写真1-5-③、図1-5-④)

・ 強風軸に対応しないバウンダリー:

沿海州付近のバウンダリー (b) は、明・暗・明域のバウンダリー (b) として見えるが、寒冷渦のヘッドバウンダリーであり、強風軸ではない。(写真1-5-③、図1-5-④)

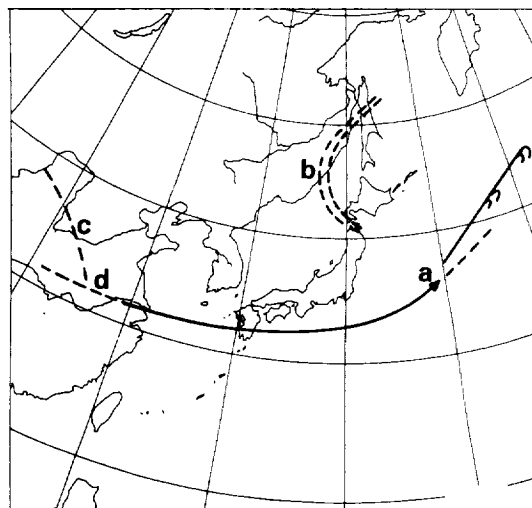


1-5-② 300hPa高層天気図



1-5-③ 水蒸気画像

矢印: 強風軸、三角: バウンダリー
破線: 強風軸を付加しないバウンダリー



1-5-④ 解析結果の模式図

実線: 強風軸、二重破線: ヘッドバウンダリー
破線: 強風軸を付加しないバウンダリー
→: Ciストリーク

図1-5 暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年9月29日00UTC)

3-2 明・暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年8月24日00UTC) (図1-6)

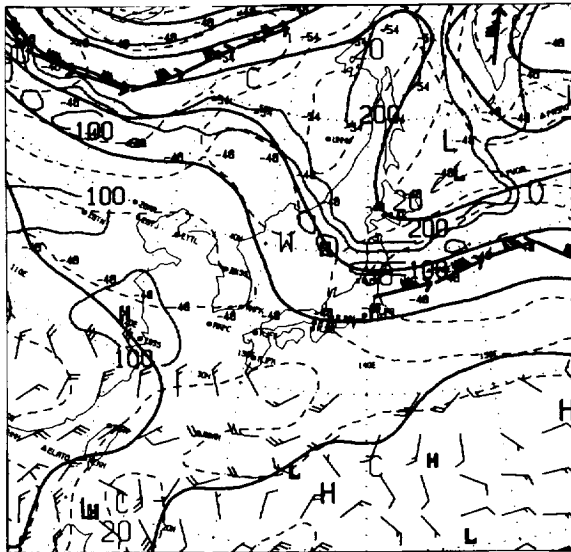
・ 強風軸に対応するバウンダリー:

北陸地方から北海道東方海上のバウンダリー (a) は、日本付近の深いトラフの前面に位置している。また、大陸には優勢なリッジが見える。300hPaの9480mから9600mの等高度線に沿った強風軸 (図1-6-②) 及び200hPaの強風軸 (図1-6-①) に対応している。北陸地

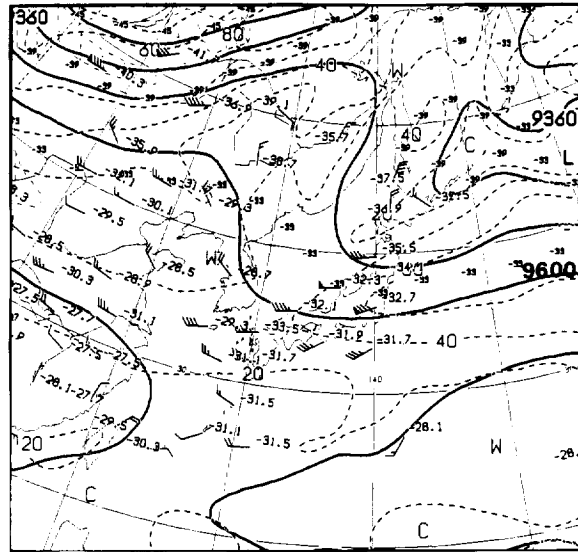
方以西のバウンダリー (c) は風速60kt以下の弱風域になっているので、強風軸は付加しない (写真1-6-③、図1-6-④)。

・ 強風軸に対応しないバウンダリー:

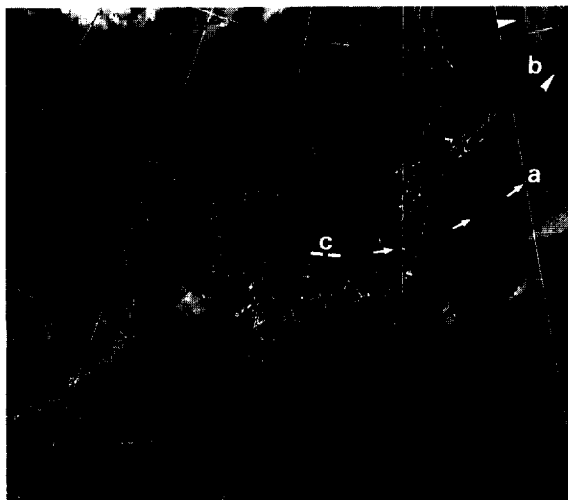
カムチャッカ半島付近のバウンダリー (b) は、ヘッドバウンダリーであり、強風軸ではない (写真1-6-③、図1-6-④)。



1-6-① 200hPa高層天気図

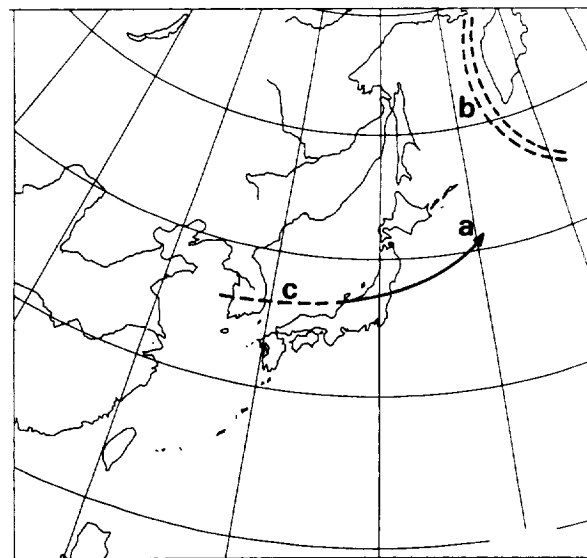


1-6-② 300hPa高層天気図



1-6-③ 水蒸気画像

矢印: 強風軸、三角: バウンダリー
破線: 強風軸を付加しないバウンダリー



1-6-④ 解析結果の模式図

実線: 強風軸、二重破線: ヘッドバウンダリー
破線: 強風軸を付加しないバウンダリー

図1-6 明・暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年8月24日00UTC)

3-3 明瞭なベースサージバウンダリーがある例

(1997年11月9日00UTC) (図1-7)

・ 強風軸に対応するバウンダリー:

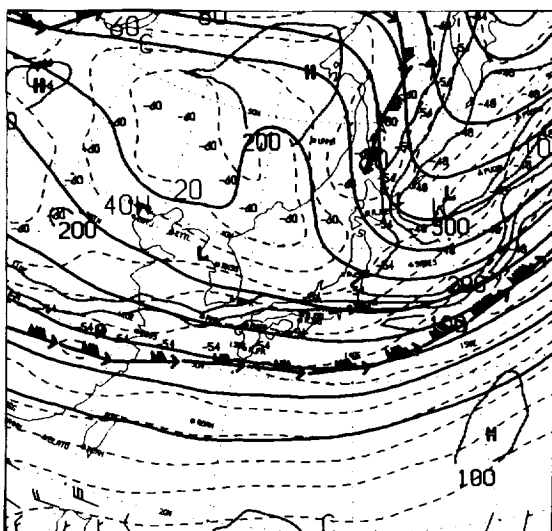
日本の南のバウンダリー (a) は、300hPaで9480mの等高度線付近に沿った強風軸 (図1-7-②) 及び200hPa (図1-7-①) の強風軸に対応している。

・ 強風軸に対応しないバウンダリー:

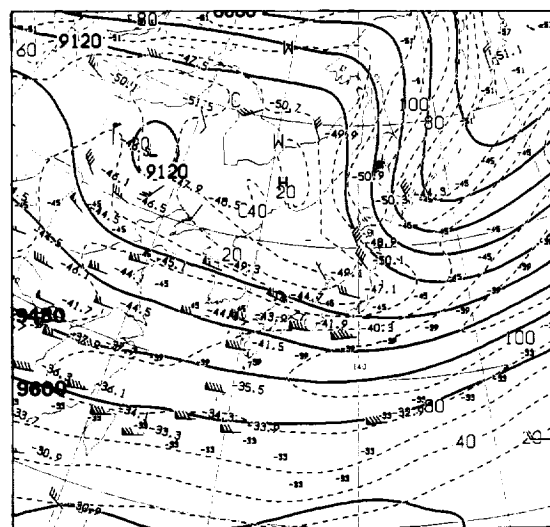
中国東北区から日本付近に明・暗・明域の2本のバウンダリー (b, c) が見える。これはオホーツク海から日本付近に伸びるトラフと300hPa (図1-7-②) で中国東

北区に解析される低気圧とでできたベースサージバウンダリーで、また、モンゴルから華北の明・暗・明のバウンダリー (d) は中国東北区の低気圧に伴うヘッドバウンダリーある。この両方のバウンダリーとも、動画でバウンダリーの流れを見ると、バウンダリーの走向に直交していることから強風軸ではない。

なお、高層天気図等では稚内付近に強風軸を解析できるが、画像からはバウンダリーを確認できないため、強風軸は付加しない。(写真1-7-③、図1-7-④)



1-7-① 200hPa高層天気図

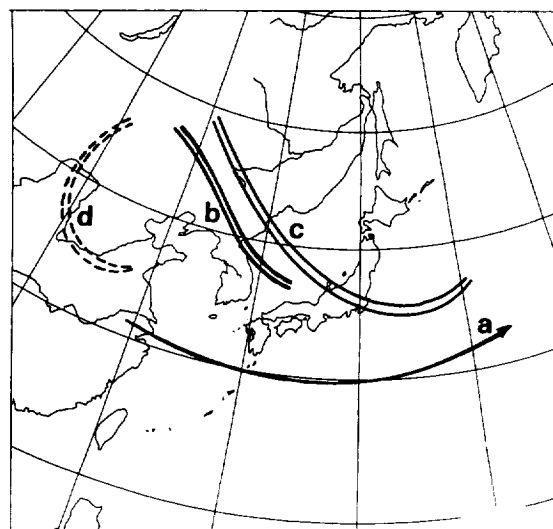


1-7-② 300hPa高層天気図



1-7-③ 水蒸気画像

矢印: 強風軸、三角: バウンダリー



1-7-④ 解析結果の模式図

実線: 強風軸、二重破線: ヘッドバウンダリー

二重線: サージバウンダリー

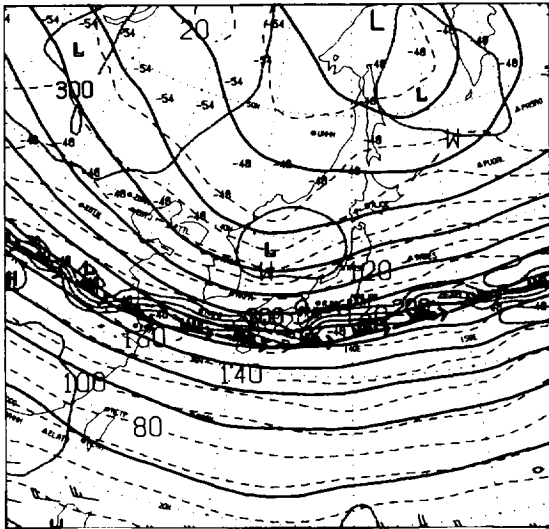
図1-7 明瞭なベースサージバウンダリーがある例 (1997年11月9日00UTC)

3-4 冬季の強風軸 (1997年2月11日12UTC) (図1-8)

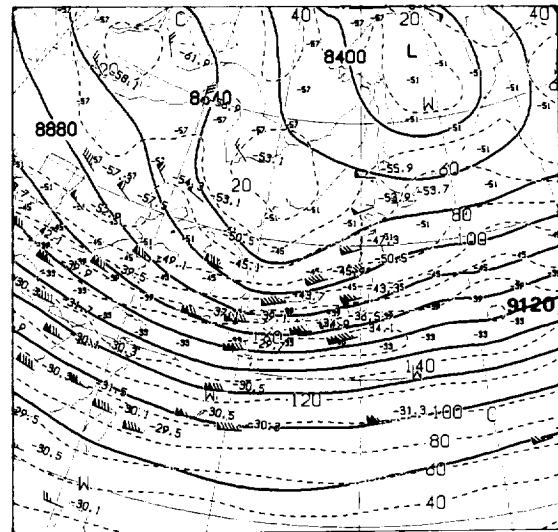
- ・ 強風軸に対応するバウンダリー:

冬季の上層は比較的乾燥しているため、明瞭なバウンダリーが見られないことが多い。長江下流から関東地方南東海上のバウンダリー (a) は、不明瞭ながら確

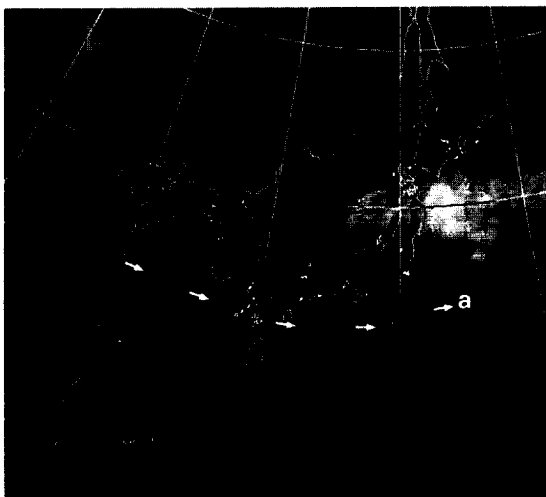
認できる。300hPaの9120m付近の強風軸 (図1-8-②) 及び200hPaの強風軸 (図1-8-①) に対応していることから、強風軸を付加する。(写真1-8-③、図1-8-④)



1-8-① 200hPa高層天気図

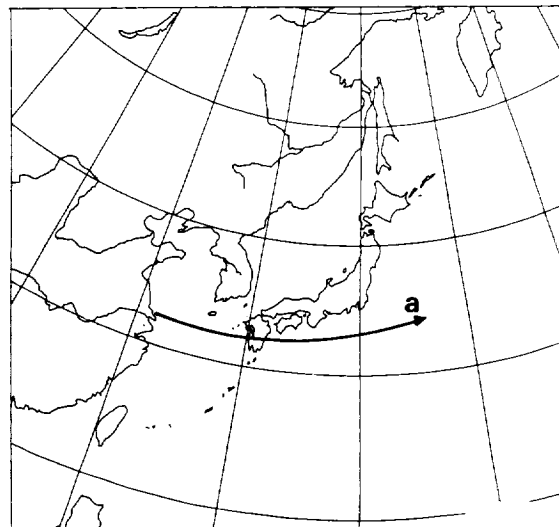


1-8-② 300hPa高層天気図



1-8-③ 水蒸気画像

矢印：強風軸



1-8-④ 解析結果の模式図

実線：強風軸

図1-8 冬季の強風軸の例 (1997年2月11日12UTC)

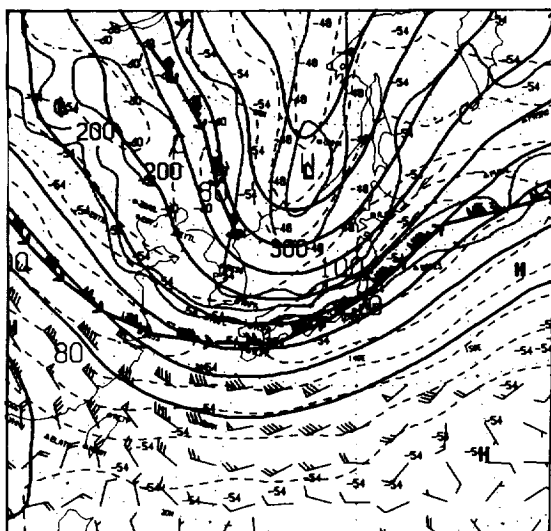
3-5 強風軸を数本解析する例 (1997年10月8日
00UTC) (図1-9)

・ 強風軸に対応するバウンダリー :

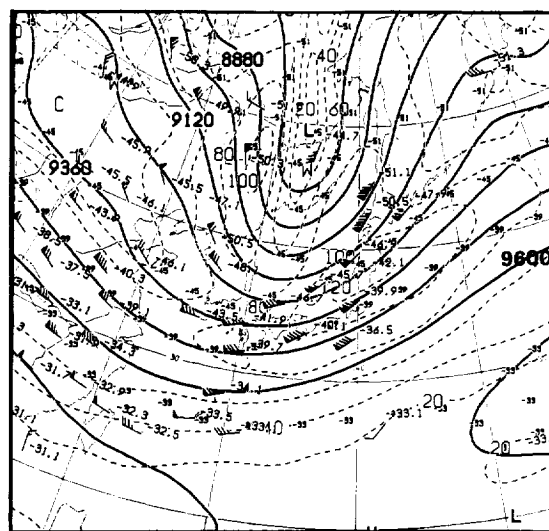
朝鮮半島北部から千島近海(a)、華中から東海沖(b)及び華南から日本の東(c)のバウンダリーは、300hPaで9120mから9240m、9360mから9480m並びに9480mから9600mの強風軸 (図1-9-②) 及び200hPaの強風軸 (図1-9-①) に対応しており、それぞれ強風軸とするが、

日本付近では、300hPaの9120mから9240m(a)と9360mから9480m(b)の強風軸が合流しており (図1-9-②)、(b)の強風軸は関東地方までとする。

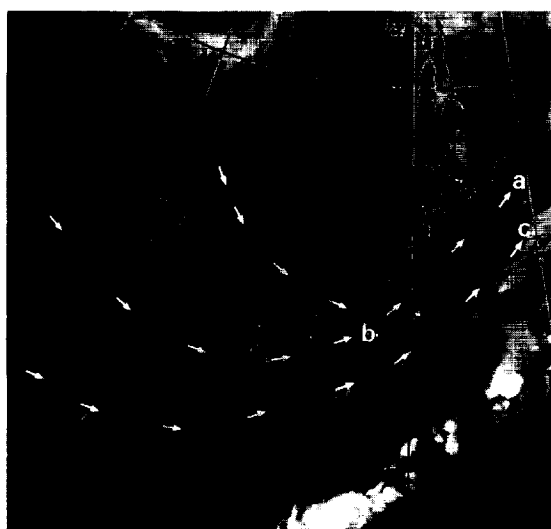
なお、日本海北部から間宮海峡にかけて300hPaで強風軸を解析できるが、画像からはバウンダリーが確認できないため強風軸は付加しない。(写真1-9-③、図1-9-④)



1-9-① 200hPa高層天気図

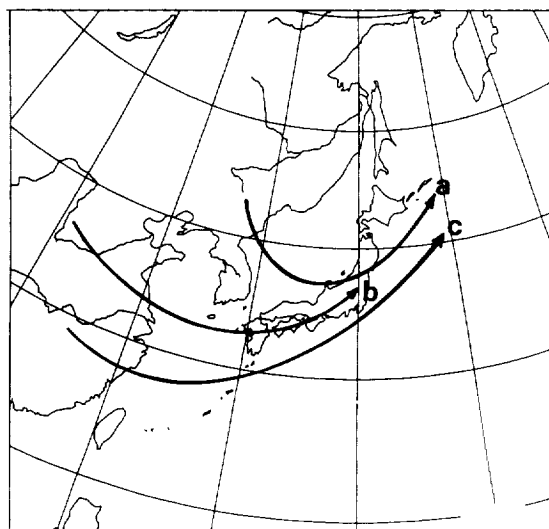


1-9-② 300hPa高層天気図



1-9-③ 水蒸気画像

矢印：強風軸



1-9-④ 解析結果の模式図

実線：強風軸

図1-9 強風軸を数本解析する例 (1997年10月8日00UTC)

参考文献

気象衛星センター、1993：

NOAA Technical Report NESDIS 57：水蒸気画像 天気解析と予報のための解釈と応用、第II部 A,B章

気象衛星センター、1995：

雲解析事例集－水蒸気・スプリット画像の解析
－GOES・NOAA画像より P3～7気象庁、1998：
航空気象予報作業指針 10-3-3、高層天気図の解析

II. トランスバースライン※

1. はじめに

1-1 解析の目的

トランスバースライン（以下、Tvラインとする）は、ジェット気流に伴うCiストリーク（筋状の巻雲）と同様に上層の流れに沿ったジェット巻雲で、流れの方向に対してほぼ直角な走向を持つ雲列が流れに沿ってライン状に並んだものである。Tvラインは、上層の流れ（200hPa～300hPa）を表し、通常80kt以上の風速に伴って多く発生するとの報告もある（気象庁1976、気象衛星センター：1983）。また、航空気象予報作業指針（1998）では、CAT発生の予測にTvラインを監視の注目点のひとつとしている。

2. 解析手順

2-1 解析の手順

- (1) Ciストリークの中で、流れの方向にほぼ直角な走向を持つ規模の小さい雲列が多数並ぶ雲パターン（以下、Tvモードとする）を選ぶ。
- (2) Tvモードのうち、200hPa及び300hPa高層天気図で60kt以上の強風軸に対応しているものを、雲解析情報図にTvラインとして記号を付加する。

- (3) 強風軸に沿った流れで、2本以上のTvモードが見える場合がある。一般に強風軸は雲域の北縁に対応していることから、このような場合は、北側のTvモードの雲列にTvラインの記号を付加する。

2-2 解析の留意点

- (1) 台風から吹き出すCiストリークのなかで、Tvモードが観測される場合がある。強風軸との対応はないが、雲解析情報図では、これもTvラインとして記号を付加する。
- (2) Tvモードと同様な形状を示す雲パターンが存在しても、上層の流れを横切るような箇所は、概ね風速は弱いのでTvラインの記号は付加しない。
- (3) Tvラインが強風軸やCiストリークと重なる場合、雲解析情報図では、Tvラインを優先してその記号を付加する。

3. 事例解析

3-1 TvラインとCiストリーク (1998年3月27日 12UTC)

3月27日12UTCの赤外面像(写真2-1) と同時刻の300hPa高層天気図(図2-1)を示す。天気図から、華中から日本海西部をとおり輪島付近まで9360mに対応する120ktの強風軸が解析できる。写真では、これらに対応して華中から日本海西部、三陸沖はるか東海上まで幅広い上層雲の雲列が見られる。この雲列に対して

TvラインとCiストリークは次のように解析する。

華中から朝鮮半島にかけての雲域(写真中A~B)は、流れに沿ってほぼ直角な走向をもつ雲列が見られ、強風軸にも対応しているのでTvラインとする。日本海や日本のはるか東までの雲列(B~C~D)は強風軸には対応しているものの流れに対して直角な走向を持つ雲列が見られない、もしくは不明瞭なのでCiストリークとする。

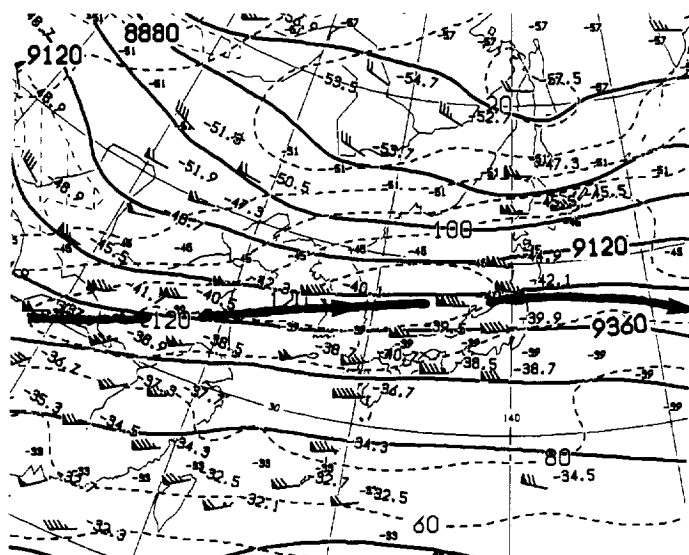


図2-1 300hPa高層天気図
実線は強風軸

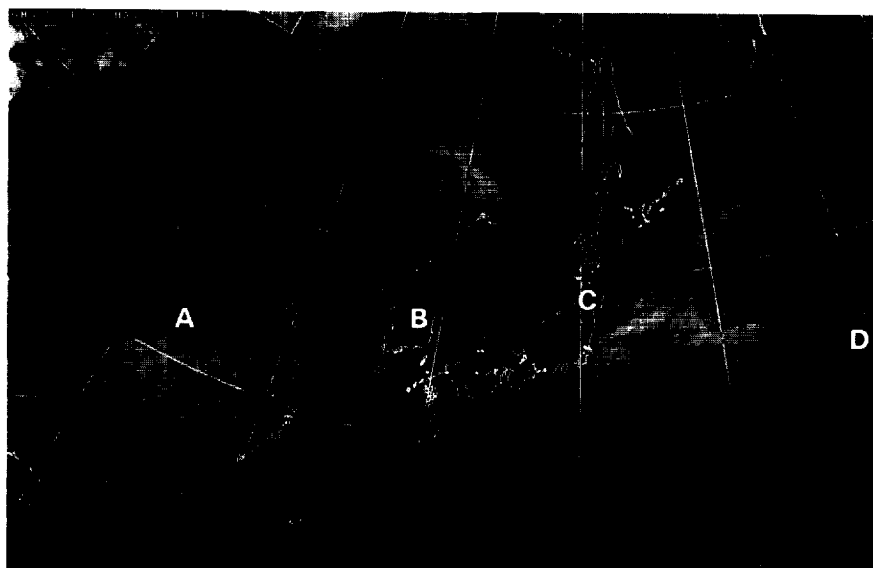


写真2-1 赤外面像

3-2 2本以上のTvモードの雲列がある時の事例
(1997年10月29日12UTC)

赤外画像(写真2-2)で、本州南海上に2本のTvモードの雲列(A~B、C~D)が解析できる。

300hPa高層天気図(図2-2)と対応させながら、強風軸により近い北側の雲列(AからB)にTvラインの記号を付加する。

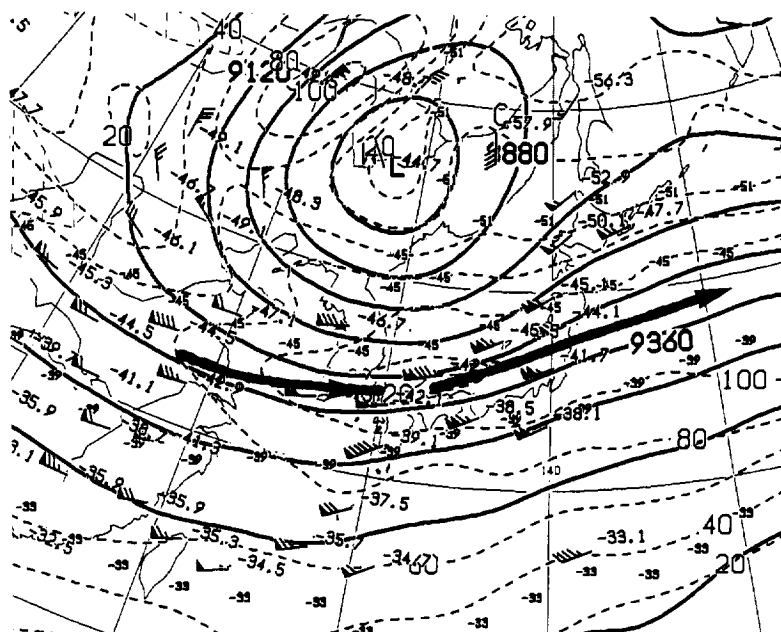


図2-2 300hPa高層天気図
実線は強風軸

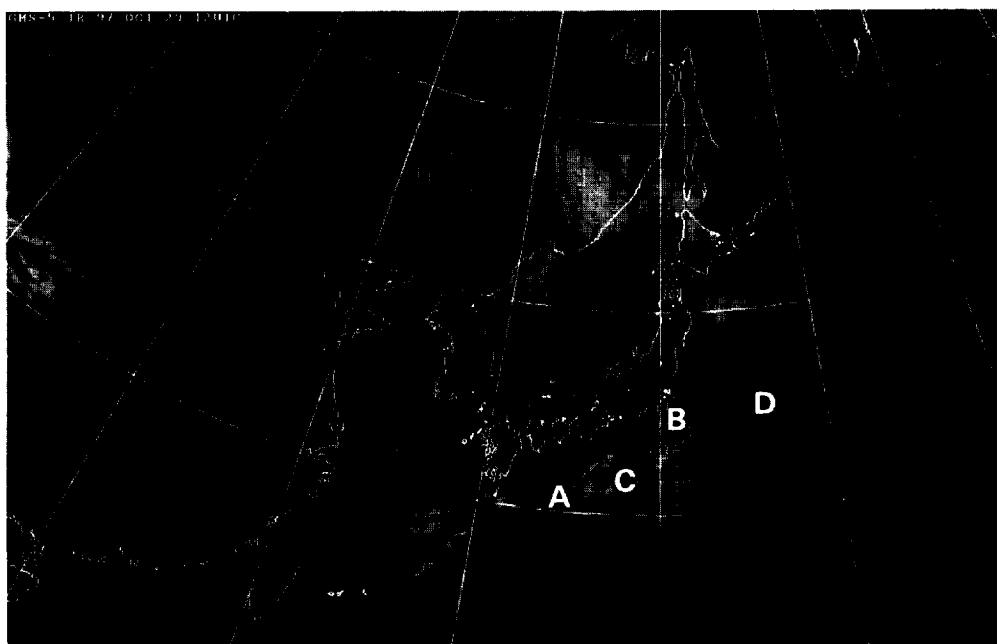


写真2-2 赤外画像

3-3 Tvラインとして解析しない事例 (1998年5月
24日00UTC)

赤外画像 (写真2-3) で北海道南東海上から日本の東海上にかけてのTvモードに似た雲列 (A~B) が見える。これを300hPa高層天気図 (図2-3) で解析すると、

リッジの前面にあたり、強風軸と対応していないのでTvラインとして解析はしない。このタイプは、白井 (1985) が指摘している上層風の流を示さないストリークの例である。

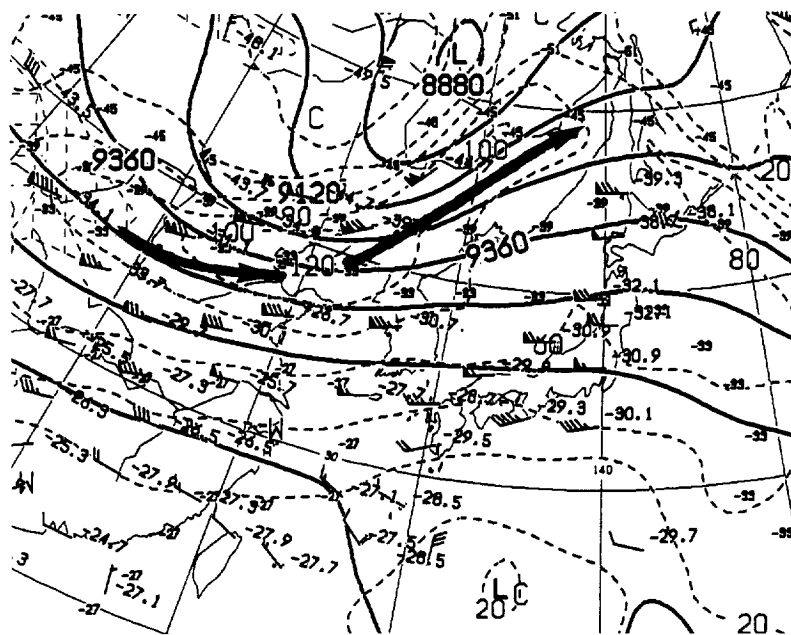


図2-3 300hPa高層天気図
実線は強風軸



写真2-3 赤外面像

3-4 台風の吹き出しに伴うTvライン (1997年9月15日12UTC)

台風第19号の中心は、15日12UTCには九州南西海上にあり、赤外画像 (写真2-4) で、台風の周辺で吹き出しに伴うTvモードの雲列 (C～D) が見える。また、朝鮮半島北部から日本海中部を通過して北海道南海上にもTvモードの雲列 (A～B) が見える。

300hPa高層天気図 (図2-4) で解析すると、CからD付近では20～40ktと弱いのが、台風の吹き出しに伴うTvモード (C～D) としてTvラインの記号を付加する。

また、朝鮮半島北部から北海道南海上の雲列は、300hPa高層天気図の強風軸に対応しているTvラインである。

参考文献

気象庁、気象衛星課、1976：予報と解析への気象衛星資料の利用 p60

気象衛星センター、1983：気象衛星ひまわりによる雲画像の解析とその利用 P92-98、

白井紀一郎、1985：宇宙から見た気象- No. 40 (筋状巻雲の走向と上層風)、天気、4月号、P51-52

気象庁、1998：航空気象予報作業指針 p4-41

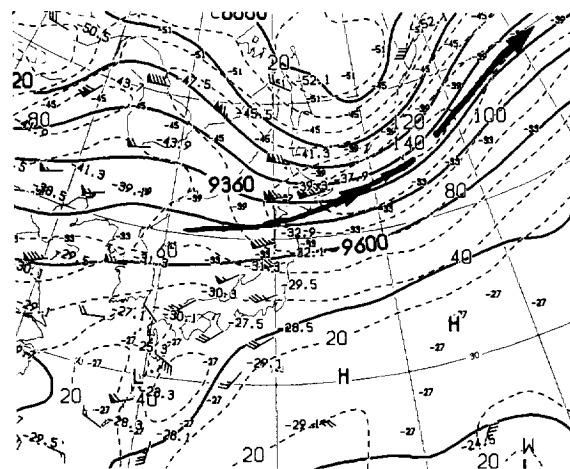


図2-4 300hPa高層天気図
実線は強風軸

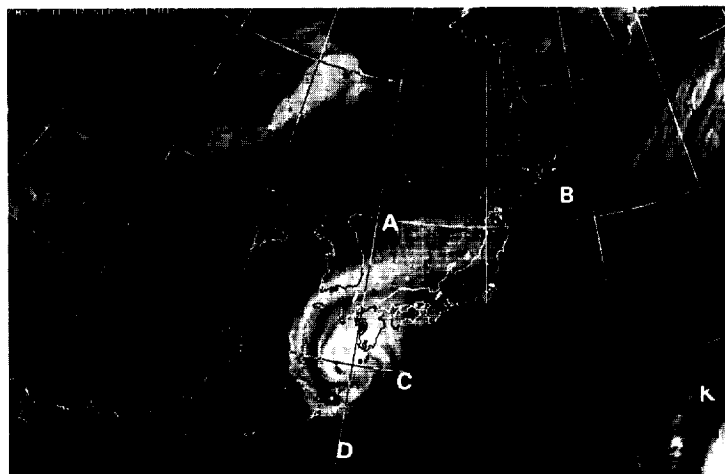


写真2-4 赤外画像

III. 上層トラフ^{*}

1. はじめに

1-1 解析の目的

気象擾乱の発生、発達、衰弱には、上層のトラフ(以下トラフと呼ぶ)が大きく関与している。トラフの前面では、上昇気流による活発な水蒸気の凝結が起こり、後面では強い下降流が起こる。このため、気象擾乱を形成する大きく広がった雲パターンとなるので、トラフの接近や深まりに関する情報は非常に重要となる。

気象衛星から取得できる画像の中で、特に、水蒸気画像からトラフやリッジの位置を推定することが容易となった。このため、雲解析情報図にもトラフ記号を付加し、数値予報との比較や、また、トラフ後面の暗域の暗化の度合いからトラフの深まり、浅まりの状態を解析できる資料として、各ユーザーに配信している。

本章では、水蒸気画像から解析できるトラフの中で、バウンダリーから解析できるトラフについて述べる。

1-2 定義

トラフとは、気圧の谷のことで、等圧線の低気圧性曲率が極大となる点を結んだ線として表される。上層のトラフは偏西風波動や偏東風波動に伴って現れ、等高線がU字状をしている。

1-3 画像での特徴

「ひまわり4号」までは、赤外面像から解析できる帯状の雲域の中のある領域が、高気圧性曲率を持って極側へ膨らむ上層雲(以下、バルジという)の西縁の近傍を、500hPaのトラフに対応する場所として解析してきた(気象衛星センター:1983)。

「ひまわり5号」から取得できるようになった水蒸気画像は、雲のない場所でも上・中層の水蒸気分布の状態から大気の流れを把握することが可能で、水蒸気画像のバウンダリーの形から上・中層のトラフやリッジ

の位置、また、トラフ後面の暗域の暗化の度合いからトラフの深まりや浅まりを明瞭に把握することができる。トラフ後面の暗域は、対流圏中部及び上部が乾燥していることを意味しており、次第に暗さを増す(暗化を深めている)領域は、一般には活発な沈降場を意味しトラフの深まりを示唆している。

2. 解析手順

2-1 水蒸気画像から解析するトラフの着目点

トラフは、水蒸気画像のバウンダリーで低気圧性曲率の中心から極大点(南側に凹の点)を結ぶ線上に示される(Weldon, R..B.and Holmes,S.J., : 1991)(図3-1、模式図参照)。

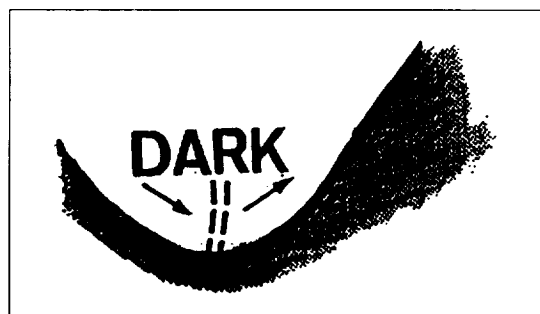


図3-1 : 水蒸気画像から解析するトラフの模式図
矢印: 上層の流れ、二重破線: トラフ、ハッチ域: 明域

1-2 留意点

- (1) 赤外面像で見られるバルジは、500hPaのトラフの接近時に見られる。しかし、バルジの西縁は不明瞭であることが多く、ほとんどの場合、トラフの位置を正確に特定することはできない。この点、水蒸気画像は雲の無い場所でも流れの把握が可能であるため、トラフを解析する場合は、赤外面像で解析するより水蒸気画像で解析した方がよい。
- (2) 強風軸の項で述べたように、低気圧性曲率を持つバウンダリーでも、サージバウンダリー等のように総観場の流れと平行でない場合には、トラフは解析できない。

※ 淵田 信敏
Nobutoshi Fuchita

山崎 伸一
Sin-ichi Yamazaki

小林 廣高
Hiroataka Kobayashi
奥村 栄宏
Hidehiro Okumura
現: 気象衛星運用準備室

3. 事例解析

3-1 1997年5月7日 00UTCの事例

① 300hPaの流れとトラフ(図3-2)

日本付近は寒帯前線ジェット北系に対応する9000m付近の流れ(以下Pn系)と寒帯前線ジェット南系に対応する9360m付近の流れ(以下Ps系)、それに亜熱帯前線ジェットに対応する9600m付近の流れ(以下Sub系)が見られる。

この中で、一番明瞭な流れはPs系の流れで沿海州から北海道にかけては120kt以上の強風軸を形成している。また、強風軸付近ではPn系の流れとPs系の流れは

合流している。

今回、注目したトラフはPs系の流れにあり、モンゴルに解析できる。

② 500hPaの流れとトラフ(図3-3)

500hPaの流れを見ると、華北・中国東北区と華南にはトラフが解析できるが、モンゴル付近の+100の渦度に対応するトラフは、この時間の実況では解析できない。日本付近は弱いリッジ場でゾーナルな流れとなっている。

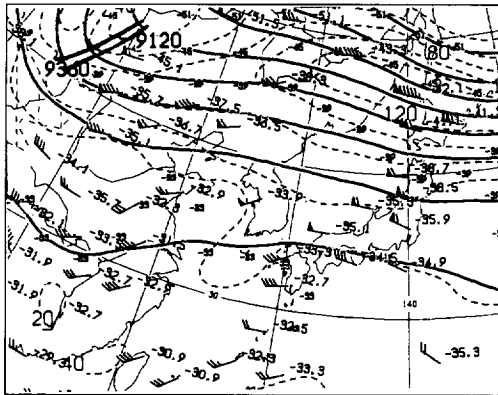


図3-2 300hPa高層天気図
二重線は解析したトラフ

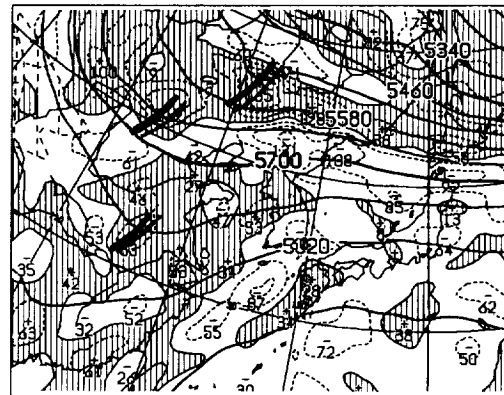


図3-3 500hPa高層天気図
二重線は解析したトラフ

③ 水蒸気画像から見たトラフの位置(写真3-1)

水蒸気画像の明暗域のパターンを動画で見ると、バウンダリー(図中、△△△で示す)は明瞭で、低気圧曲率が最も大きいモンゴルの45°N、110°Eにトラフ対応の上層渦とその南西側にトラフが解析できる。トラフ近傍の暗域は暗化を強めつつあり、24時間後(写真3-2)にはさらに暗化が強まっている。このことは、トラフが深まっていることを示唆しており、この前面に位置する気象擾乱は発達過程にあると言える。



写真3-1 水蒸気画像(1997年5月7日00UTC)

実線: 300hPaで解析したトラフ、二重線: 500hPaで解析したトラフ、点線(Tw): 水蒸気画像で解析したトラフ、三角列: バウンダリー

- ④ 各層と水蒸気画像で解析できるトラフの位置関係
300hPa高層天気図、500hPa高層天気図、水蒸気画像
で解析したトラフの位置を、300hPa (|)、500hPa (||)、

水蒸気画像 (Tw、...) で示し、写真3-1及び写真3-2に
描画した。この事例では、水蒸気画像から求めたトラ
フは、300hPaと500hPaの中間に位置している。

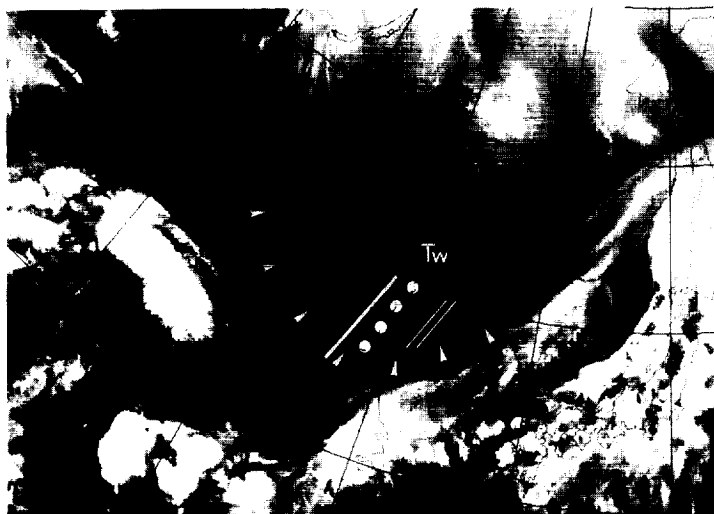


写真3-2 水蒸気画像(1997年5月8日00UTC)

実線：300hPaで解析したトラフ、二重線：500hPaで解析したトラフ、点線
(Tw)：水蒸気画像で解析したトラフ、三角列：パウンダリー

3-2 1997年2月20日 00UTCの事例

① 300hPaの流れとトラフ(図3-4)

8520mにあるPa系の流れがシベリアから北海道・東
北北部に指向し、9000mにあるPn系の流れは華北から西
日本に指向している。また、9240mにあるPs系の流れ
は華中から日本の南岸を指向し関東の南海上でPn系
の流れと合流して160kt以上の強風軸となって

今回、解析の対象としたトラフはPn系にあり、ボッ
海湾の北西に等高度線と風向のシアアから明瞭に解析
できる。

② 500hPaの流れとトラフ(図3-5)

日本付近の流れはゾーナルで、トラフは300hPaと同じ
位置に解析できる。

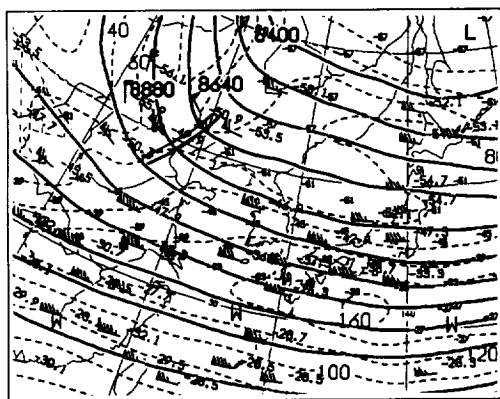


図3-4 300hPa高層天気図

二重線は解析したトラフ

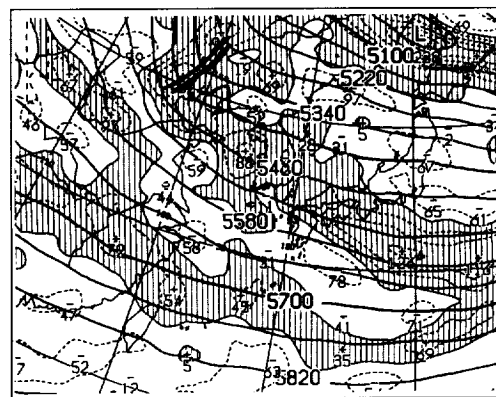


図3-5 500hPa高層天気図

③ 水蒸気画像から見たトラフの位置(写真3-3)

水蒸気画像では、バウンダリー（図中、△△△で示す）が明瞭でトラフ（Tw、…）はバウンダリーの低気圧性曲率の中心から極大点を結ぶ線上に解析できる。

④ 各層と水蒸気画像で解析できるトラフの位置関係

冬季の事例では、水蒸気画像で解析したトラフは300hPaや500hPaのトラフの位置と合致する事が多い写真(真3-3)。大陸上は北西流の場でトラフは発達しないことが多く、300hPaから500hPaにかけてのトラフは渦管が立ち、位相があっていることが多いためと考えられる。



写真3-3 水蒸気画像(1997年2月20日00UTC)
破線(Tw)：水蒸気画像で解析したトラフ、三角列：バウンダリー

参考文献

気象衛星センター、1983：気象衛星ひまわりによる雲画像の解析とその利用, P26

Weldon,R.B.and Holmes,S.J., 1991 :Water vapor imagery interpretation and application to weather analysis and forecasting. NOAA Technical Report NESDIS 57,U.S.Department of Commerce, P213.

IV. 上層渦※

1. はじめに

1-1 解析の目的

水蒸気画像に現れる上層渦は、上層に発生する擾乱（低気圧、トラフ）をヴィジュアルに映し出したものである。上層渦自身の動向および上層渦と雲域や下層渦との対応関係を解析することにより、擾乱の立体構造が把握できる。さらに、観測データの少ない海上などの擾乱の解析にも有効である。また、上層渦は通常寒冷な渦でその周辺は成層が不安定となることが多いため、シビアー現象のトリガーとなることもあり、上層渦を解析・監視することは予報上有効である。

2. 解析手順

- (1) 水蒸気画像の動画で低気圧性回転をしているパターン（直線のバウンダリーなど）があったら上層渦とする。上層渦の中心はその回転軸である。
- (2) 水蒸気画像で低気圧性回転が確認できなくても、回転を示唆するパターンであれば上層渦とする。渦中心は各パターンの幾何学的特徴や雲列の曲率により決定する。これに該当するパターンを以下に列記する。
 - ① 渦度目形（A：写真4-1）：バウンダリーに形成するメソスケールのアーモンド形の暗域。
 - ② スパイラル形（B：写真4-1）：明暗域が低気圧性のらせん形を示す。
 - ③ 楕円形（写真4-2）：楕円形の明域または暗域。
 - ④ コンマ形（写真4-3）：コンマ形の明域。
 - ⑤ フック形（写真4-4）：バウンダリーの明域がフック（鉤）状になったもの。

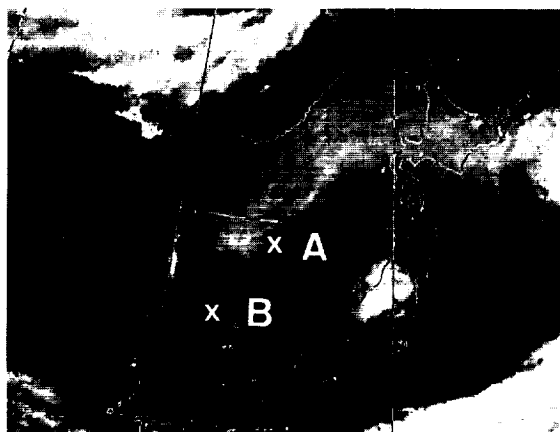


写真4-1 渦度目形(A点)とスパイラル形(B点)
(1997年5月21日06UTC)
X点は渦中心を示す



写真4-2 楕円形(1997年4月4日12UTC)
X点は渦中心を示す

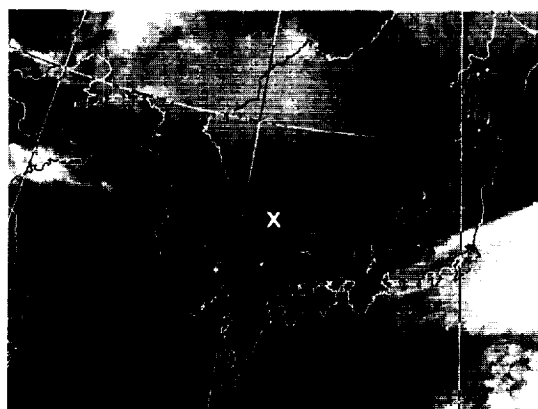


写真4-3 コンマ形(1997年4月15日10UTC)
X点は渦中心を示す

※ 内山 徳栄
Tokuei Uchiyama
現：管制課

菊池 明弘
Akihiro Kikuchi

神田 一史
Kazufumi Kanda

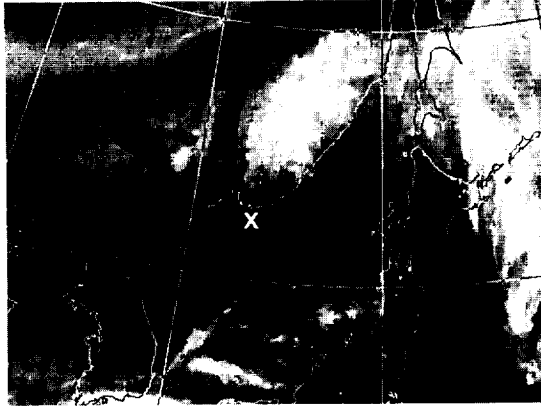


写真4-4 フック形(1997年4月9日00UTC)
X点は渦中心を示す

(3) 雲解析情報図では水蒸気画像で上層渦と決定したものを更に次の3種類に分類する。

- ・500hPaの寒冷低気圧に対応する上層渦は「寒冷低気圧対応上層渦」と表記する。
- ・500hPaのトラフに対応する上層渦は「トラフ対応上層渦」と表記する。
- ・水蒸気画像で熱帯～亜熱帯域に明瞭な上層渦が見られる場合に「上層寒冷低気圧」と表記する。
- ・これら以外は「上層渦」と表記する。

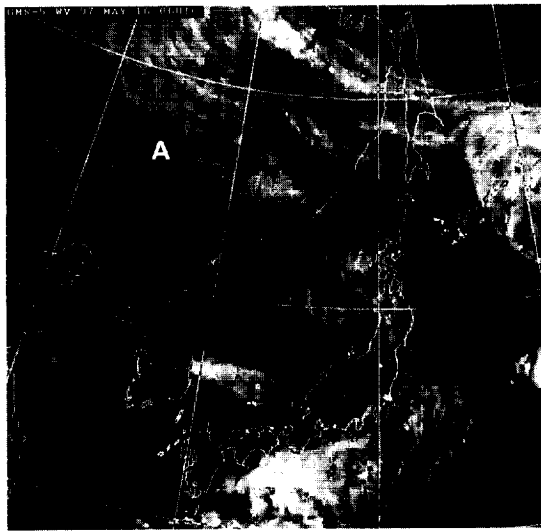


写真4-5 水蒸気画像(1997年5月16日06UTC)

3. 事例解析

3-1 上層渦と下層渦(1997年5月16日～5月18日)

16日06UTC頃に中国東北区のバウンダリーがAを中心にして低気圧性に回転し始めた(写真4-5、写真4-6)。09UTCにはAに寒冷低気圧対応上層渦①が解析された(図4-1)。

17日は日射による対流雲がAの周辺で発生し、09UTCにはAの直下に下層渦が解析された(写真4-7)。雲解析情報図では上層渦より直下の下層渦を優先して付加するため、上層渦から下層渦のマークに置き換えた(⑥：図4-2)。この下層渦はこの後衰弱し、一方上層渦は16日は寒冷低気圧に対応して、ほとんど停滞していたが、17日は南東に移動しながらトラフに対応していった。このため18UTCの雲解析情報図ではトラフ対応上層渦②になった(写真4-8、図4-3)。この上層渦は朝鮮半島北部の長白山脈で一時衰弱したが、18日00UTCにウラジオストックの南東で再び発達し、06UTCにはその南西近傍に下層渦が発生した(B：写真4-9、C：写真4-10)。雲解析情報図でも06UTCに下層渦マークを付加した(図4-4)。



写真4-6 水蒸気画像(1997年5月16日15UTC)

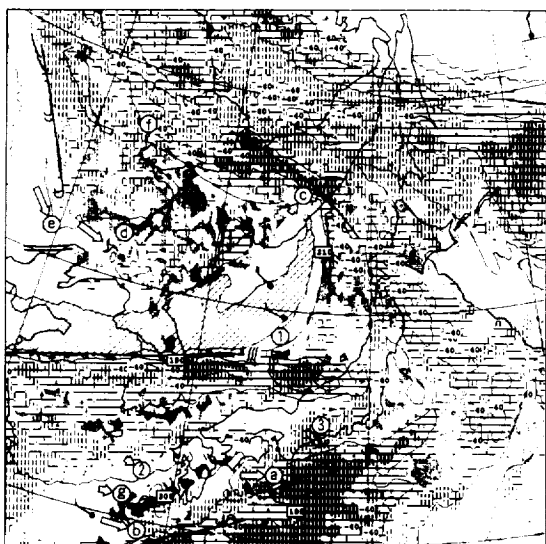


図4-1 雲解析情報図(1997年5月16日09UTC)

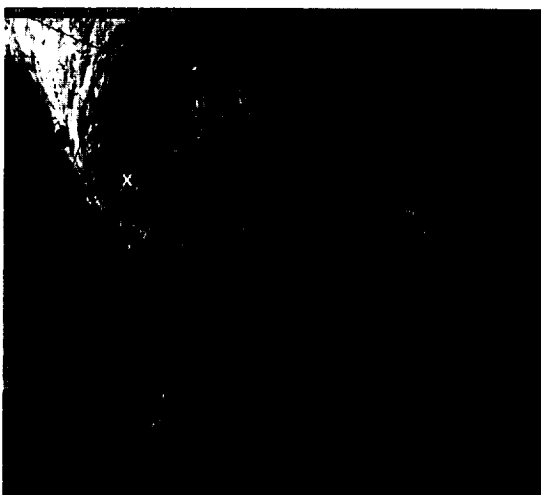


写真4-7 可視画像(1997年5月17日09UTC)

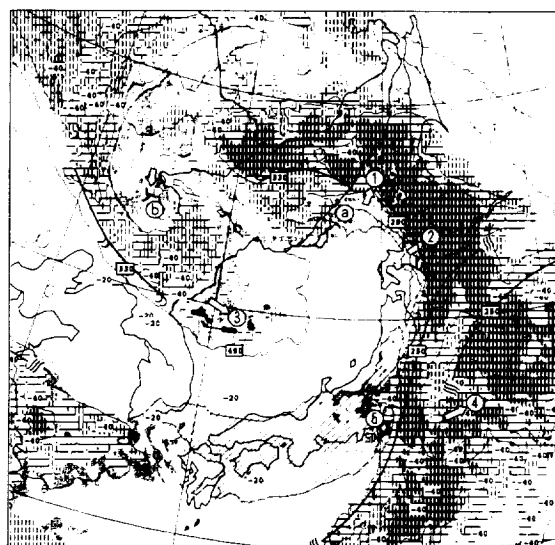


図4-2 雲解析情報図(1997年5月17日09UTC)

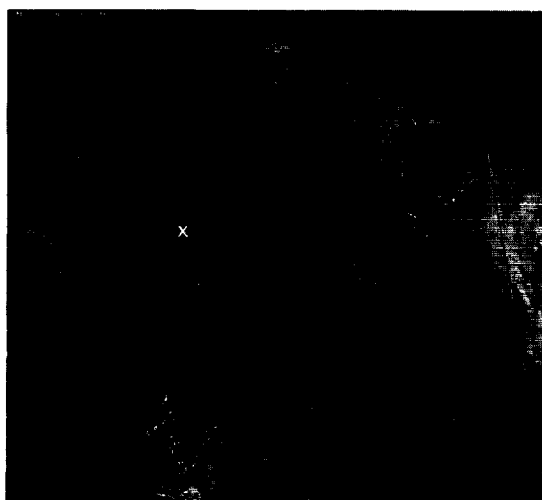


写真4-8 水蒸気画像(1997年5月17日18UTC)

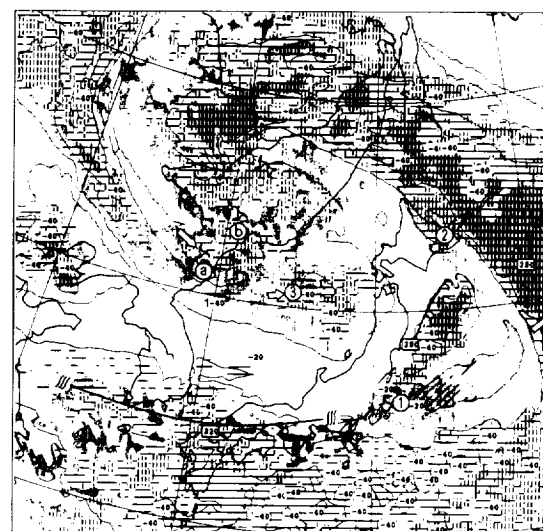


図4-3 雲解析情報図(1997年5月17日18UTC)

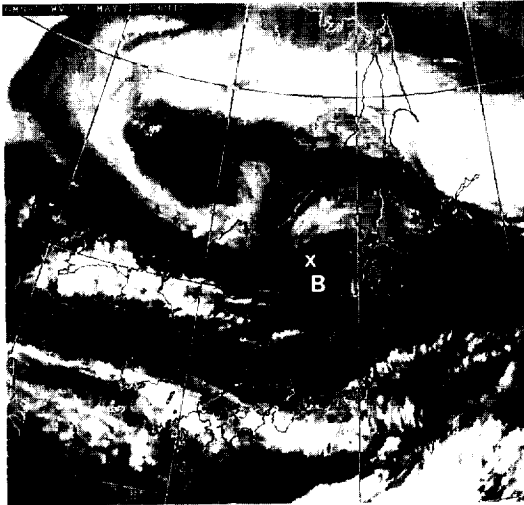


写真4-9 水蒸気画像(1997年5月18日06UTC)

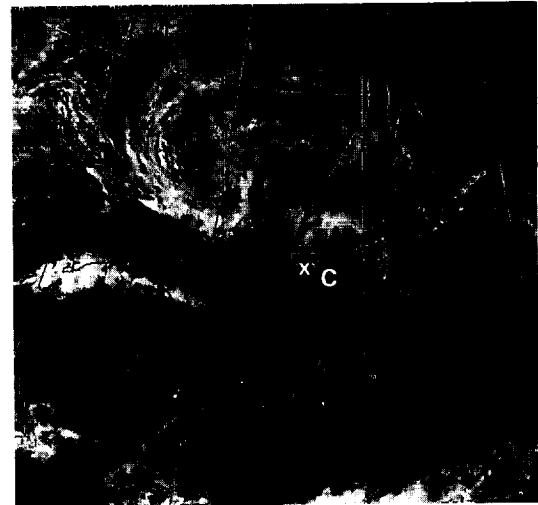


写真4-10 可視画像(1997年5月18日06UTC)

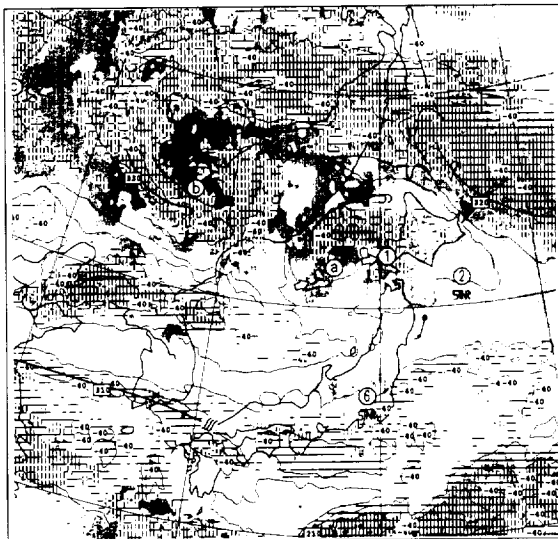


図4-4 雲解析情報図(1997年5月18日06UTC)

3-2 ロールオーバーにより形成された上層渦 (1998年5月20日～5月21日)

ブロッキングに至るまでの過程を反映する水蒸気画像のパターンの推移はいろいろあるが、基本的にロールオーバー型(図4-5)とビルドバック型(図4-6)の二つの推移が見られる(Weldon, R. B. and Holmes, S. J., : 1991)

ロールオーバー型は図4-5によると、トラフ西側のリッジW(a)がトラフの北側に覆い被さって高気圧性循環(d)となり、ロールオーバーは成熟期を迎える。その後W1は東のリッジE2(f)に併合する。

ビルドバック型の推移は図4-6によると、トラフ東側のリッジE(a)がトラフの北側に覆い被さってカスプ(高気圧性のバウンダリーの一部が突出し形成される

先頭状の明域)を発達させ(b・c)、低気圧性循環を形成する(d)。また、リッジEの北部に高気圧性循環E2(d)が形成され、ビルドバックは成熟期を迎える。この後、E2は西のリッジW2(f)に併合する。

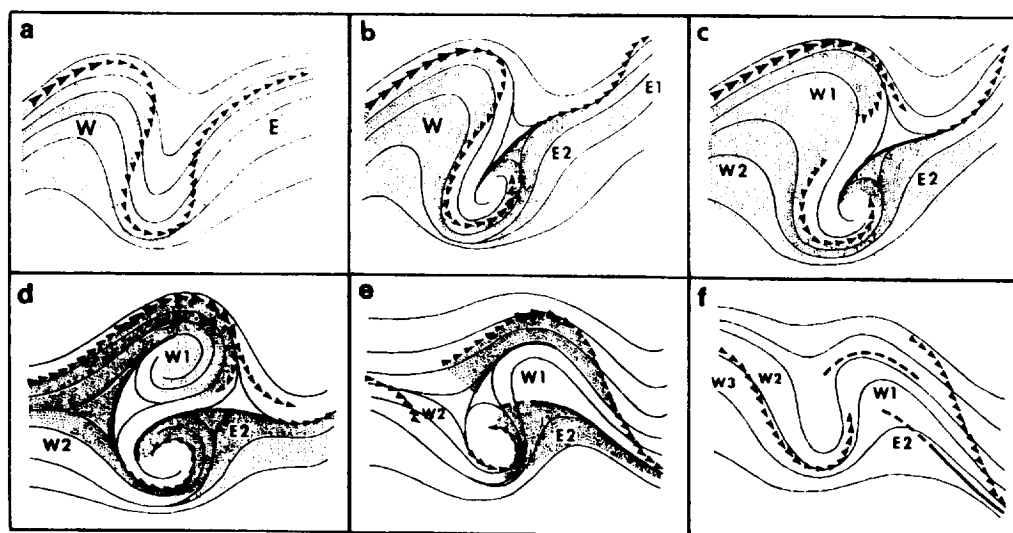


図4-5 ロールオーバー型の推移 (a→f) 陰影部は明域

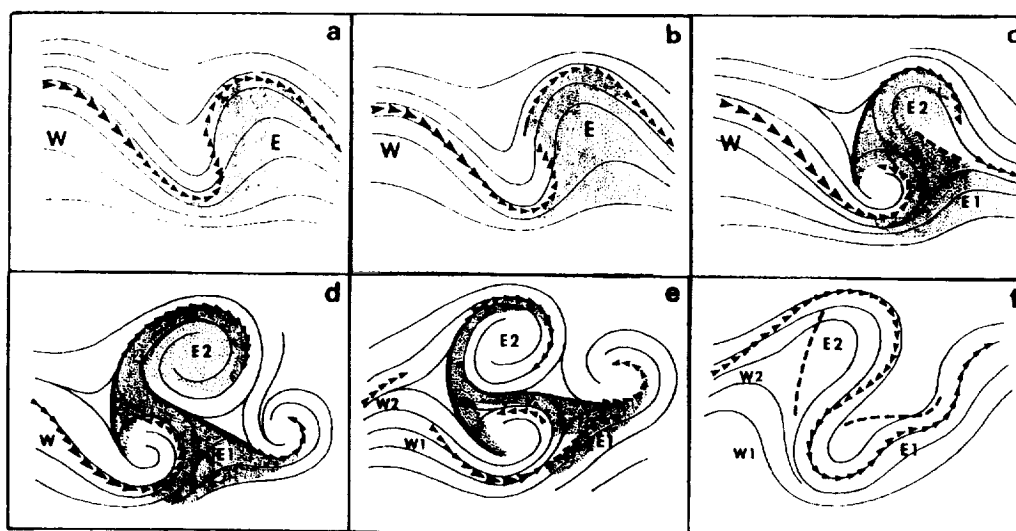


図4-6 ビルドバック型の推移 (a→f) 陰影部は明域

この事例ではロールオーバー型を示す。水蒸気画像の動画を見ると、20日12UTC頃に中国東北区の暗域がロールオーバー（巻き込み）して高気圧性循環（B：写真4-11）が形成され、朝鮮半島にはフック形のトラフ対応上層渦が解析された（A：写真4-11、④：図4-7）。21日00UTCには九州西海上に寒冷低気圧が解析されて、Aは楕円形の寒冷低気圧対応上層渦となり（A：写真4-12、④：図4-8）、インサイドバウンダリー（C：写真4-12、図4-5d）が明瞭になった。その後Bは東進しながら不明瞭となり、Aはゆっくり南東進し、22日12UTCには日本付近の上層は逆位相の場となった（A：写真4-13、図4-9、図4-5e）。

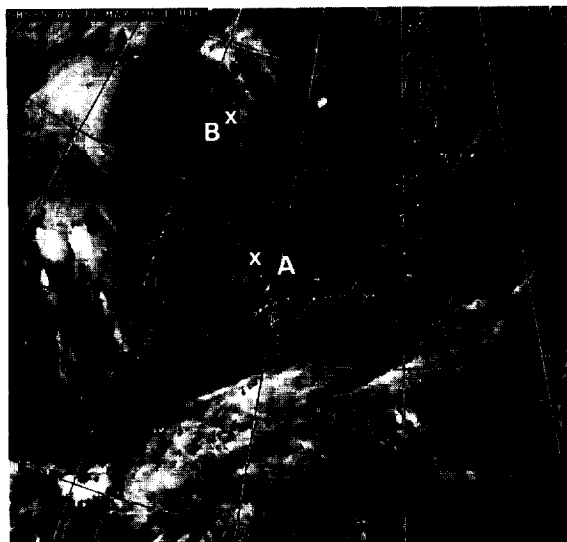


写真4-11：水蒸気画像(1998年5月20日12UTC)

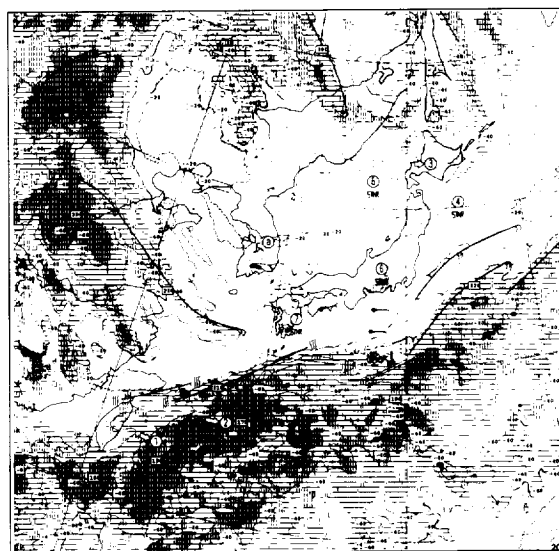


図4-7 雲解析情報図(1998年5月20日12UTC)

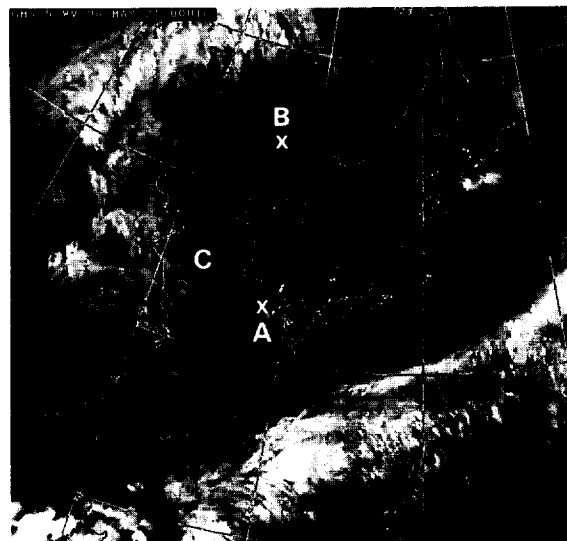


写真4-12：水蒸気画像(1998年5月21日00UTC)

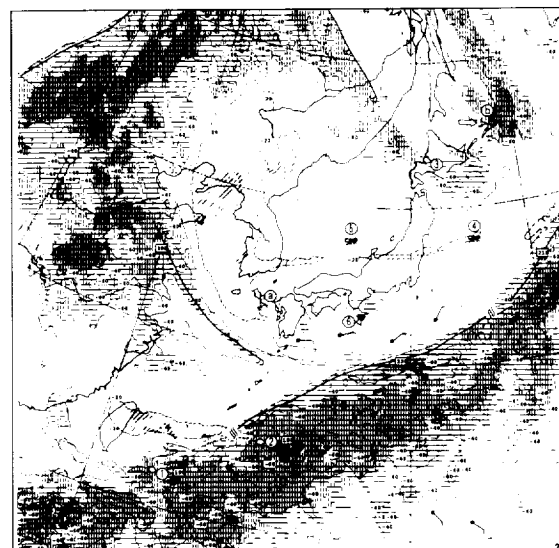


図4-8 雲解析情報図(1998年5月21日00UTC)

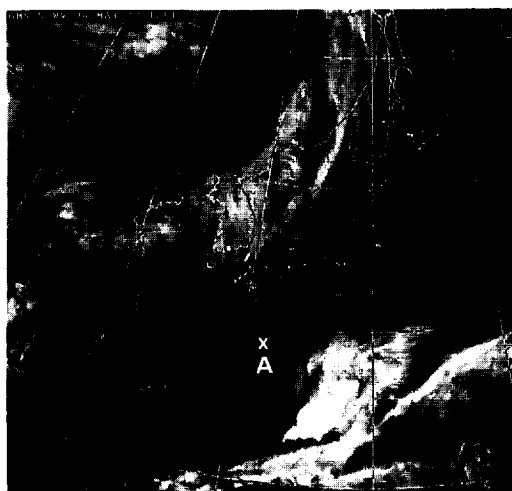


写真4-13 水蒸気画像(1998年5月22日12UTC)

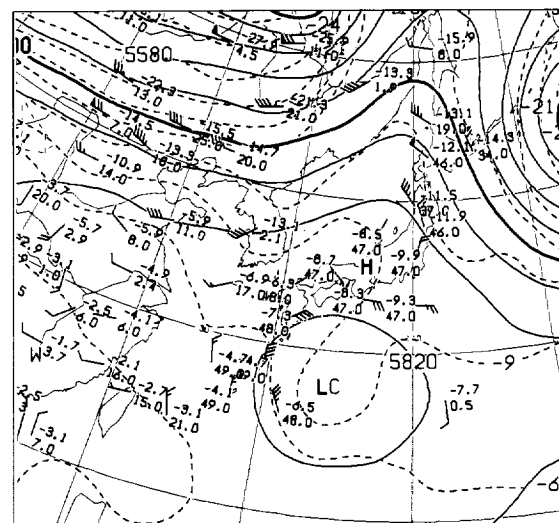


図4-9 500hPa高層天気図(1998年5月22日12UTC)

3-3 太平洋上で発生した上層寒冷低気圧 (1997年 6月26日～6月27日)

上層寒冷低気圧 (Upper Cold Low、以下UCLと記す) は中部太平洋でトラフが寒気をともなうて切離し、亜熱帯から熱帯域で発生するものがあり、偏東風などにより西進するものが多く、寒冷低気圧とは異なり地上天気図上の低気圧として解析されることは少ない。UCLが、日本付近に接近しシビア現象をもたらすこともあり、その動向の監視は重要である。

UCLは、一般に200hPa付近に最大風速をもつ低気圧性循環があり、200～250hPa付近に寒気核、150hPa付近に暖気核があり、図4-10のような鉛直構造を示し、その中心付近では地上の低気圧として解析されることは少ない。しかし、UCLが最終的に擾乱 (台風) に発達したことやUCLの近傍で発生した下層循環が発達して台風になったとの報告もある。(Shimamura : 1981) 温帯域の寒冷低気圧とUCLは発生域により区別している。

26日00UTCの水蒸気画像 (写真4-14) を見ると朝鮮半島付近から北海道を通り25° N・150° E付近 (領域a) に達するCiストリークが見られる。この時点ではa付近では上層渦は明瞭ではないが、aの南側で所々Cbが発生している。

26日12UTCの水蒸気画像 (写真4-15) では領域aの近傍に上層渦が発生し始めており、渦の東側ではCbが活発化している。

27日00UTCの水蒸気画像 (写真4-16) では上層渦は更に明瞭化し、渦周辺のCbも更に活発化している。

参考文献

- Shimamura, M., 1981 : The Upper-Tropospheric Cold Lows in the Northwestern Pacificas Revealed in the GMS Satellite Data. Geophys. Mag., 39, P119-156
- Weldon, R.B. and Holmes, S.J., 1991 : Water vapor imagery interpretation and application to weather analysis and forecasting. NOAA Technical Report NESDIS 57, U.S. Department of Commerce, P213.

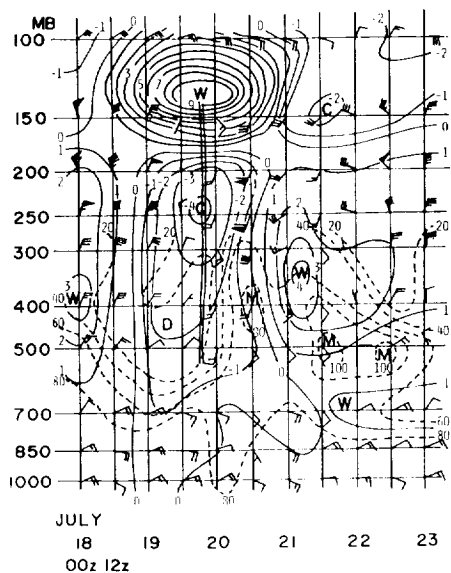


図4-10 Wake島付近をUCLが西進した時の時間断面図(Shimamura)
実線:気候値からの気温偏差、破線:相対湿度
二重線:低気圧性循環の軸を示す



写真4-14 水蒸気画像(1997年6月26日00UTC)



写真4-15 水蒸気画像(1997年6月26日12UTC)

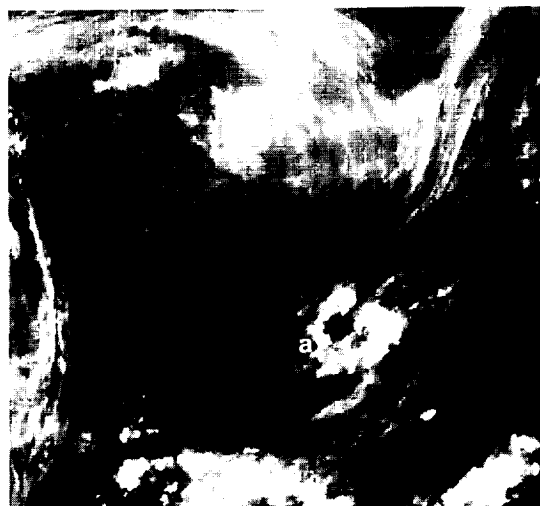


写真4-16 水蒸気画像(1997年6月27日00UTC)

極東地域の森林火災

淵田 信敏*

小野里 幸司*

Forest Fire observed by GMS-5 in the Maritime Province region

Nobutoshi Fuchita*

Koji Onosato*

Abstract

This report is to describe the forest fire and its smoke observed by GMS-5 in the maritime province region.

要 旨

沿海州からシベリアにかけての地域で、森林火災とそれに伴う煙がGMS-5により観測されたので報告する。

1. はじめに

初夏に入ると沿海州からシベリアにかけての極東地域では、「毎年のように森林火災が発生する（日経新聞7月29日）。」

今夏も、森林火災が、6月上旬頃と7月上旬頃、数回にわたって発生し、発火・鎮火を繰り返しながら、数ヶ月持続している。この森林火災は、極東地域に雲がない日は衛星の画像からホットスポット（暖かい領域）として観測できた。また、この森林火災による煙も衛星の画像から観測され、気圧配置が変わる毎に沿海州～オホーツク海～日本海北部と漂いながら、周辺地域の視程障害の原因となっていた。

本稿では、この森林火災と煙が衛星の画像でどのように観測されたか、地上実況、下層風等の資料を交え紹介する。

2. 事例

(1) 森林火災（1998年8月6日から8月7日の事例）

Fig. 1は8月7日06UTCの地上天気図と地上実況図である。

東北以北の気圧配置を見ると、秋田沖とオホーツク海南部には低気圧がある。一方、オホーツク海北部には移動性高気圧があり、これから沿海州付近までリッジが張り出している。このため、沿海州の地上の風系は移動性高気圧から吹き出す北東風となっており、大陸の奥深くまで東成分の風が入り込んでいる。

地上実況図を見ると、沿海州からシベリアの広い範囲で煙や煙霧を観測しており、視程10km以下の視程障害となっている。

*気象衛星センター 解析課

(1998年9月29日受領、1996年10月23日受理)

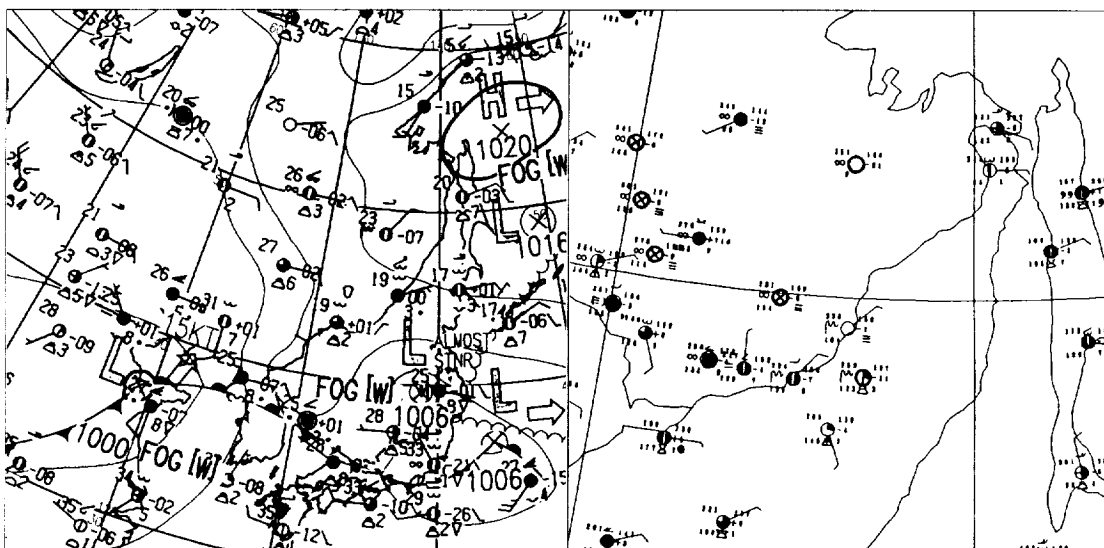


Fig.1 : The surface analysis and plotted observations at 06UTC on 7 August 1998.

Fig.1 : 1998年8月7日06UTCの地上天気図と地上実況図

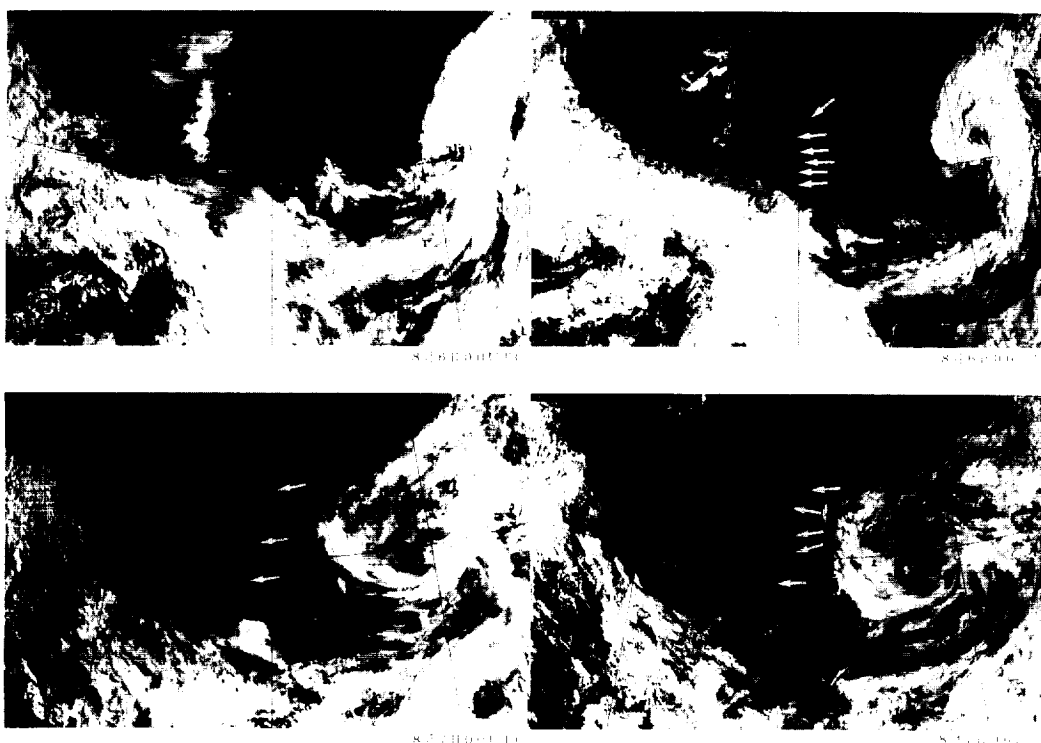


Fig.2 : GMS-5 Visible images every 6 hours from 00UTC on 6 August to 06UTC on 7 August 1998.

Fig.2 : 8月6日00UTCから7日06UTCの6時間毎の北半球ポーラステレオの可視画像

Fig.2は、8月6日00UTCから7日06UTCの6時間毎の北半球ポーラステレオの可視画像（北緯40度以北の沿海州付近を拡大）である。

沿海州北部からシベリアにかけては厚い雲もなく概ね晴れている。ここで、沿海州に注目すると、6日06UTC頃から白く毛羽立った多数の地点（→）が観測できる。

地上実況や下層風を参考にすると、この地点から風下側に向かっては筆の穂先でなぞったようになっており、下層の風によって白い部分が流されている状況がわかる。この白い部分は、樺太付近にある下層雲と比較しても判るように輝度が低く、雲とは異なる特徴をもっている。



Fig.3 : GMS-5 Visible image at 06UTC on 7 August 1998.

Fig.3 : 8月7日06UTCの北半球ポーラステレオの可視画像

Fig.3は、8月7日06UTCの北半球ポーラステレオの可視画像で、Fig.2の沿海州付近をさらに拡大した画像である。

白く毛羽立った多数の地点（→）はあたかもテーパリング状をしており、画像で見るとテーパリングC b

と間違いそうな形状をしている。しかし、この時間、地上実況では積乱雲の観測はなく、降水も観測されてはいない。また、これとは別にこの近傍に数個の黒点（- - →）も観測できる。

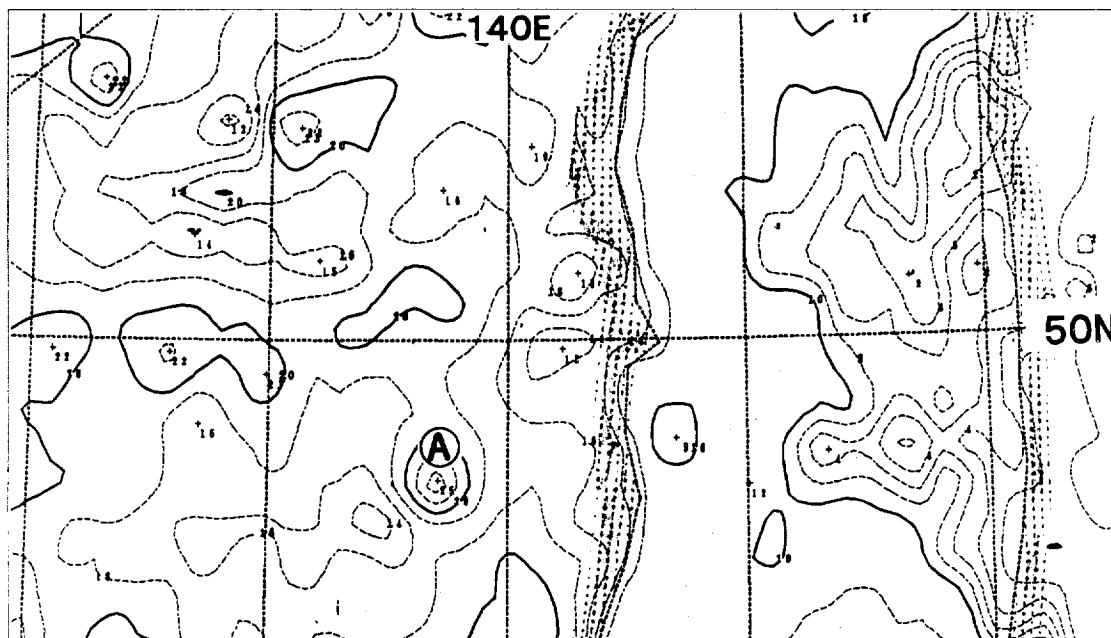


Fig.4 : Infrared brightness temperature distribution at 06UTC on 7 August 1998.

Fig.4 : 8月7日06UTCの赤外輝度温度分布図

Fig. 4 は、この時間の赤外輝度温度分布図である。
輝度温度の等値線は2℃ 毎に破線で表し、10℃ 毎に
太線で表してある。これで見ると、Fig. 3 の可視画像
上に矢印で示した白く毛羽立った地点の根元 (A) と、

同じ記号で示した20℃ 以上の領域 (A) は良く一致し
ている。このことより、可視画像上の (A) は周囲よ
り温度が高いことがわかる。

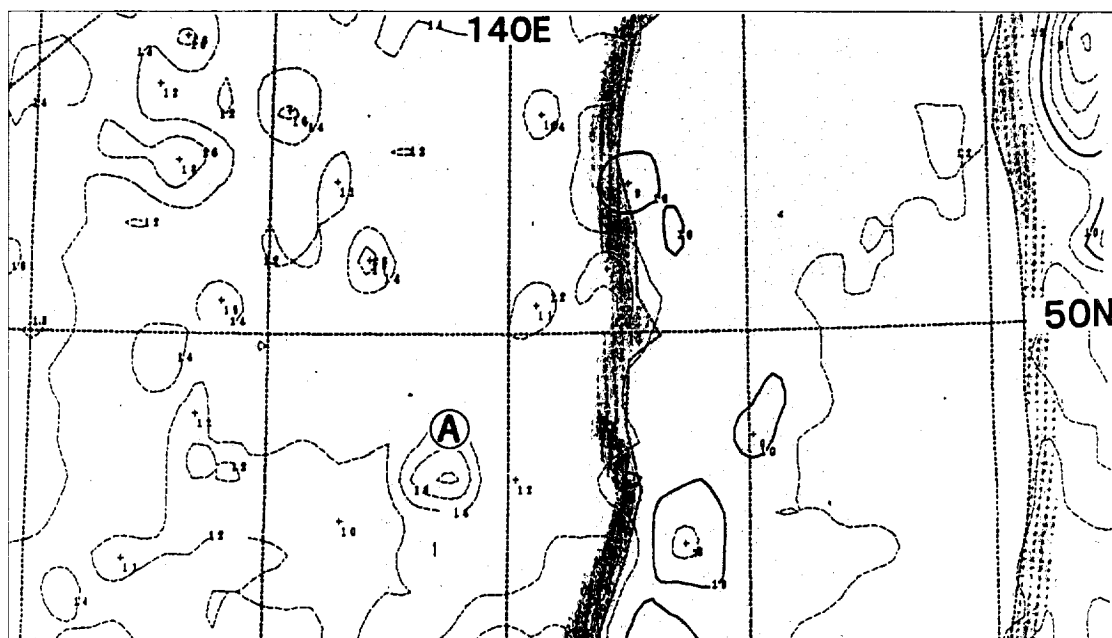


Fig.5 : Infrared brightness temperature distribution at 00UTC on 7 August 1998.

Fig.5 : 8月7日 00UTCの赤外輝度温度分布図

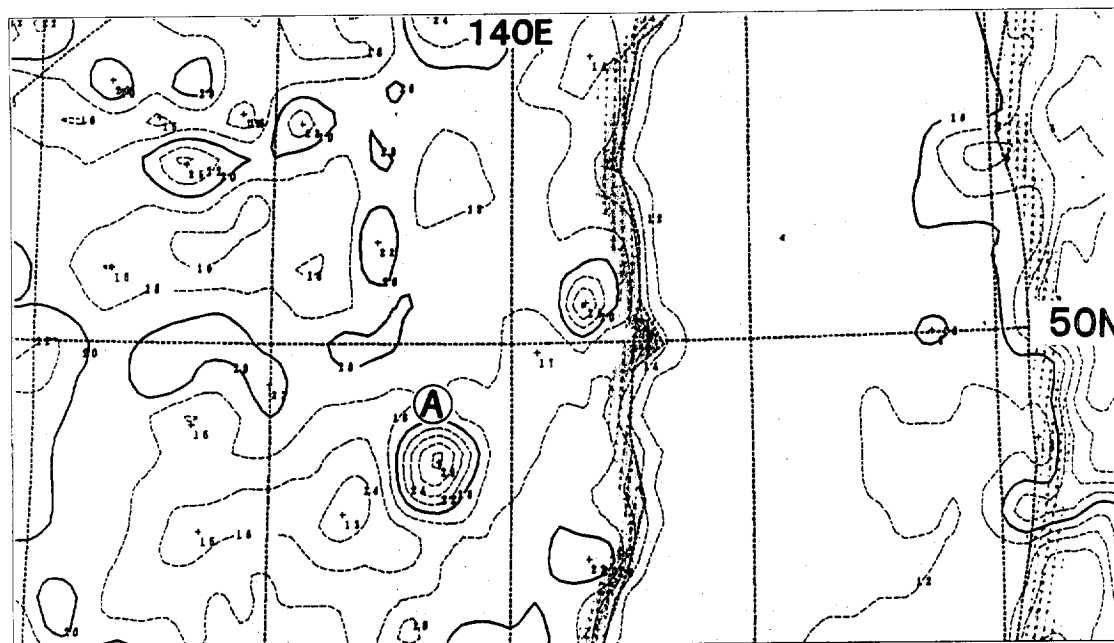


Fig.6 : Infrared brightness temperature distribution at 03UTC on 7 August 1998.

Fig.6 : 8月7日 03UTCの赤外輝度温度分布図

次に00UTC (Fig. 5) と03UTC (Fig. 6) の赤外輝度温度分布図から、Fig. 4と同地点の毛羽立った地点の根元 (A) の温度変化をしてみる。北緯49.54度、東経139.54度にある毛羽立った地点の根元 (A) の輝度温度は17℃から29℃に上がっている。00UTCから03UTCの3時間で12℃上昇したことになる。

以上のことを総合的に考えると、可視画像で見られる白く毛羽立った地点の根元は、周辺よりも温度の高い火元で、これから風下側に流れ出る白い部分は煙であると認定できる。

また、00UTCから03UTCにかけて輝度温度が上昇しているのを見ると、03UTC頃から火勢が強まり、06UTCでは煙 (可視画像で見られる西～北西方向に流れ出る薄い乳白色をしたもの (V)) が立ちのぼり始めたといえる。

これとは別に、06UTCの可視画像で見られる黒点 (・ - - →) は、同時刻の輝度温度分布図 (Fig. 4) で見ると白く毛羽立った風上の地点と黒点とは2℃から5℃の温度差がある。このことから推察するとこの蜂の巣状の黒点はすでに鎮火している焼け跡と思われる。

(2) 煙 (1998年7月13日から7月16日の事例)

Fig. 7は、7月13日00UTCから16日00UTCの一日毎の北半球ポーラステレオの可視画像 (沿海州、オホーツク海、日本海北部付近を拡大) とこの時の地上天気図 (Fig. 8) である。

13日の地上天気図を見るとサハリンの南東海上と中国東北区には移動性高気圧がある。この影響で、サハリンから中国東北区にかけては晴天域となっている。画像を見ると、日本海北部から間宮海峡にかけては白くベール状をした霧が沿海州の沿岸沿いにへばりついている。また、シベリアの沿岸沿いにも霧が観測できる。

この霧の周辺を詳細に見ると、周辺に薄い乳白色をしたもの (→) が観測できる。この薄い乳白色をしたものは煙で、日本海北部から間宮海峡にかけてかかっている霧と比較するとこの煙の様子がよくわかる。煙の下には、陸上や海上が透けて見えている。

この煙は、沿海州～日本海北部、オホーツク海、シベリアと広範囲を漂い、この地域の視程障害となっている。この煙の動きを、一日毎の地上天気図と比較しながら見ると、気圧配置が変わる毎に、沿海州～日本

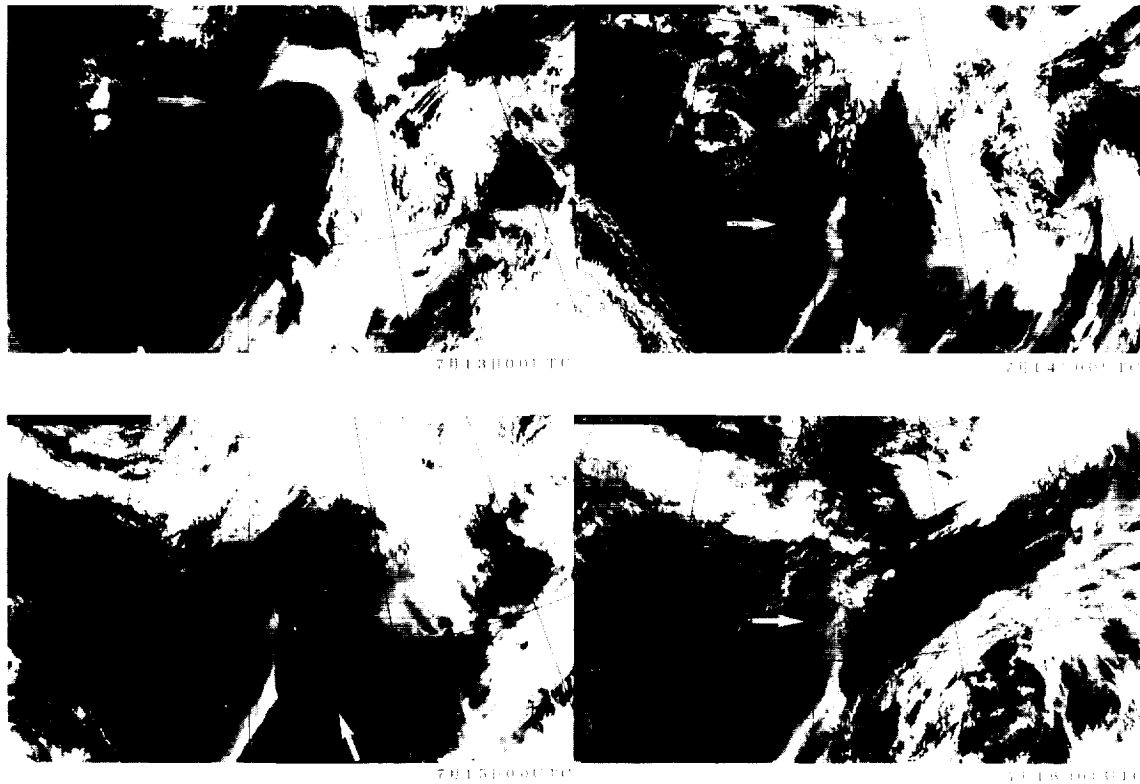


Fig.7 : GMS-5 Visible images every 24 hours from 00UTC on 13 July 1998 to 00UTC on 16 July 1998.

Fig.7 : 7月13日00UTCから16日00UTCの一日毎の北半球ポーラステレオの可視画像

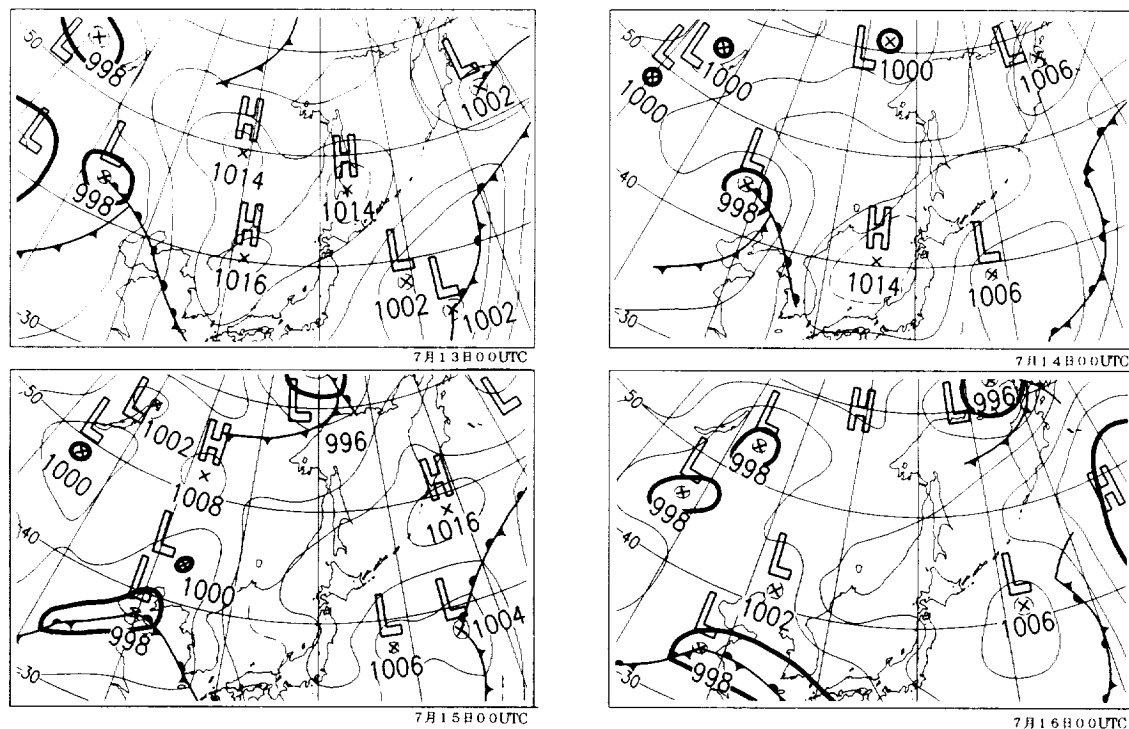


Fig.8 : The surface analysis weather charts every 24 hours form 00UTC on 13 July 1998 to 00UTC on 16 July 1998.

Fig.8 : 7月13日00UTCから16日00UTCの一日毎の地上天気図

海北部、オホーツク海へと高気圧から吹き出す下層風に流され漂っているのがわかる。

3. 過去の事例

過去の似たような事例として、1997年インドネシアでおきた森林火災の例をあげる (Fig. 9)。

画像を見ると、ボルネオからスマトラにかけては、

薄い乳白色をした煙 (→) が観測できる。この影響範囲は1500kmにおよび、ボルネオ島はこの煙にすっぽりと覆われている。この煙は南シナ海にある低気圧に吸収されるように、北上している。

可視画像で見られる、森林火災による煙は、乳白色で薄いベール状をしている。また、陸上や海上が透けて見えるのが、特徴である。

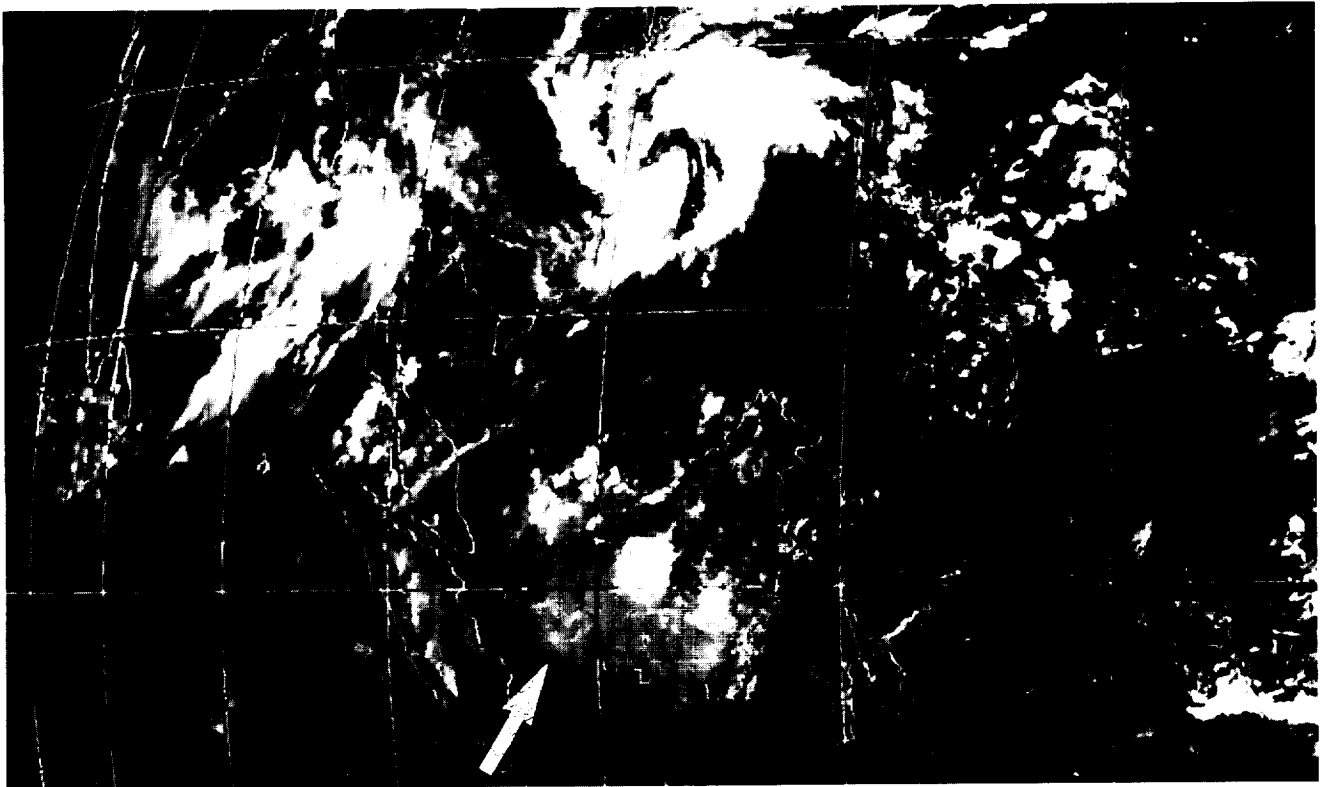


Fig.9 : GMS-5 Visible image at 03UTC on 23 September 1997.

Fig.9 : 1997年9月23日03UTCの可視画像

気象衛星センター職員著作目録

(1997年1月～12月)

LIST OF CONTRIBUTIONS FROM THE METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER
(JANUARY - DECEMBER 1997)

- 1) 隈部良司、神代秀一:「コンマ雲の中心気圧の衛星画像を用いた推定法」気象衛星センター技術報告 第33号、1-15、1997
- 2) 西村修司、大坪康平:「特徴的な雲域を用いた地上低気圧中心の推定」気象衛星センター技術報告 第33号、17-28、1997
- 3) 徳野正巳:「Satellite Observation of Volcanic Ash Clouds」気象衛星センター技術報告 第33号、29-48、1997
- 4) Tokuno, M. 「Development of new products for MTSAT」 1997 Meteorological Satellite Data Users' Conference, 423-430, Brussels, Belgium 29th September-3rd October 1997
- 5) Tokuno, M. 「The present and future calibration of meteorological satellite sensors in Japan」 1997 Meteorological Satellite Data Users' Conference, 615-622, Brussels, Belgium 29th September-3rd October, 1997
- 6) 徳野正巳:「衛星を利用した火山灰の検出について」気象 479, 10-14、1997年3月
- 7) Tokuno, M., H. Itaya, K. Tsuchiya and S. Kurihara 「Calibration of VISSR on board GMS-5」 Adv. Space Res. 17, No.3 pp-(3) 199-(3) 206, 1997
- 8) 徳野正巳:「GMS-5 スプリットウィンドウチャンネルデータによる黄砂の検出」日本リモートセンシング学会第22回学術講演会論文集、73-74、1997年5月
- 9) 鈴木万寿男、安田宏明:「気象衛星観測月報のCD-ROM化及び作成システムについて」気象衛星センター技術報告第33号、49-64、1997
- 10) 佐々木幸男:「NOAA受信システムの概要」気象衛星センター技術報告第33号、65-90、1997
- 11) 操野年之:「A Rainfall Estimation with the GMS-5 Infrared Split-Window and Water Vapour Measurements」気象衛星センター技術報告第33号、91-101、1997
- 12) 木川誠一郎:「Imaging System Design Performance of Multi-functional Transport Satellite」気象衛星センター技術報告第34号、1-12、1997
- 13) 操野年之、淵田信敏:「広域雲解析情報図について」気象衛星センター技術報告第34号、13-30、1997
- 14) 小林 勉、高桑健一:「石垣島測距局装置の更新」気象衛星センター技術報告第34号、31-42、1997
- 15) 宮崎保彦:「三日月型雲域と弱い熱帯低気圧の発生」日本気象学会1997年春期大会予稿集、163、1997
- 16) 宮崎保彦:「夏季のUpper Level Cold Lowの発生と大気循環」日本気象学会1997年秋期大会予稿集、77、1997

気象衛星センター技術報告の原稿執筆要項

1. 和文原稿はA4版用紙（40字×40字）にワープロを使用して作成すること。
2. 英文原稿はA4版用紙にワープロを使用して作成すること。
3. 原稿は原本及びフロッピーディスクを提出すること。著者はコピーを別に作成し、これを保管すること。
4. 記述形式は以下の要領によること。

(a) 表題、著者名、所属

原稿には、表題（英文訳つき）、著者名（ローマ字付き）及び所属を明記する。同名の原稿を2回以上に分けて投稿する時は、表題の次に（I）、（II）、を記入する。必要に応じて略題を記入すること。

(b) アブストラクト

原稿には和文および英文のアブストラクトをつけること。

アブストラクトは調査研究などで用いた仮定、方法、結論などを簡潔に記述し、内容の概略が理解できるように配慮すること。なお、特別な記号や本文中の数式番号などは国際的な慣用が認められるもの以外は用いないこと。

(c) 目次

原稿が長い場合は（原稿用紙で50枚以上）、原則として付加すること。

(d) 図表

図表の説明は本文と同一の言語とする。図及び写真は、図1、図2……（Fig.1, Fig2……）、表は表1、表2……（Table 1, Table 2……）のように、それぞれ通し番号を付けて表示する。図及び写真の説明は別紙にまとめてタイプし、論文の末尾につける。図・写真及び表の印刷位置は論文の相当文章の左横に朱書きする。図はそのまま版下になるものを提出する。縮尺は1/2～1/4が望ましい。刷り上がり文字の大きさが1mm以上になるようにする。図の用紙の大きさはできるだけB4版（36cm×25cm）以内とし、B3版を越えないようにする。数式番号は右側に（ ）を付けて表示する。

(e) 参考文献表

- (1) 外国文献と国内文献を分けて作成すること。順序は外国文献の場合はアルファベット順、国内文献はアイウエオ順とする。

- (2) 参考文献の書き方は原則として次の形式に従って記載する。

雑誌——著者名、発行年：表題、雑誌名、巻数、頁～頁

単行本——著者名、発行年：書名、発行書店名、発行地、頁数

（特定部分引用に際しては、その頁数を明記する。）

平成10年12月18日発行

編集兼
発行所

気象衛星センター

東京都清瀬市中清戸3-235

印刷所

コロニー東村山印刷所

東京都東村山市秋津町2-22-9

目 次

* 木川誠一郎, Pamela C. Sullivan : オーバサンプリング画像の調査	1
田中 武夫・山本 雅之・酒井 誠・林 宏一・加藤 修・山川 康男・淵田 信敏・山崎 伸一 小林 廣高・奥村 栄宏・内山 徳栄・菊地 明弘・神田 一史 :	
雲解析情報図における雲解析の方法	33
淵田 信敏・小野里幸司 : 極東地域の森林火災	61
気象衛星センター職員著作目録 (1997年 1月~12月)	69
.....	
* 印は英文による論文・報告書等	

Contents

.....	
* Kigawa, Seiichiro, Pamela C. Sullivan:	
Study on Over-sampling for Imager	1
Tanaka, Takeo, Masayuki Yamamoto, Makoto Sakai, Kouichi Hayasi, Osamu Katou, Yasuo Yamakawa, Nobutoshi Fuchita, Shin-ichi Yamazaki, Hirotaka Kobayashi, Hidehiro Okumura, Tokuei Uchiyama, Akihiro Kikuchi, Kazufumi Kanda; Analysis Procedure for Some Cloud Patterns Informed in Satellite Cloud Information Chart	33
Fuchita, Nobutoshi, Koji Onosato:	
Forest Fire observed by GMS-5 in the Maritime Province region	61
LIST OF CONTRIBUTIONS FROM METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER (JANUARY-DECEMBER 1997)	69